



**Escola Tècnica Superior d'Enginyeries  
Industrial i Aeronàutica de Terrassa**

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA

---

# **Estudi per la certificació energètica de l'edifici TR2 del Campus Terrassa-UPC**

---

***Treball Fi de Grau***

*Grau en Enginyeria de Tecnologies Industrials*

*Estudiant:* Sandra Ros Royo

*Director:* Miquel Casals Casanova

*Codirector:* Marcel Macarulla Martí

*Gener 2015*

## Taula de contingut

<b>Resum .....</b>	<b>6</b>
<b>Abstract.....</b>	<b>6</b>
<b>1 Objecte .....</b>	<b>7</b>
<b>2 Abast.....</b>	<b>7</b>
<b>3 Justificació .....</b>	<b>7</b>
<b>4 Especificacions bàsiques .....</b>	<b>9</b>
<b>5 Antecedents i estat de l'art.....</b>	<b>9</b>
5.1 Legislació a la Unió Europea .....	10
5.2 Legislació a l'Estat Espanyol .....	11
5.3 Normativa aplicada a l'edifici estudiat.....	13
5.4 Certificat energètic.....	14
<b>6 Metodologia aplicada .....</b>	<b>16</b>
6.1 Certificacions amb CE <sup>3</sup> X.....	16
6.1.1 Obtenció de dades.....	16
6.1.2 Introducció de dades .....	17
6.1.2.1 Dades administratives .....	18
6.1.2.2 Dades generals.....	19
6.1.2.3 Envolupant tèrmica .....	20
6.1.2.3.1 Cobertes .....	22
6.1.2.3.2 Murs.....	22
6.1.2.3.3 Patró d'ombres.....	22
6.1.2.3.4 Sòls .....	22
6.1.2.3.5 Particions interior .....	23
6.1.2.3.6 Buits i claraboies.....	23
6.1.2.3.7 Ponts tèrmics .....	23
6.1.2.4 Instal·lacions .....	24
6.1.3 Obtenció de la qualificació energètica .....	25
6.2 Certificacions amb dades monitoritzades .....	25
<b>7 Certificació exhaustiva .....</b>	<b>26</b>
7.1 Dades administratives .....	26
7.2 Dades generals.....	27
7.3 Envolupant tèrmica .....	28
7.3.1 Cobertes .....	28
7.3.2 Murs.....	29
7.3.3 Patró d'ombres .....	31
7.3.4 Sòls.....	34
7.3.5 Particions interior .....	35
7.3.6 Buits i claraboies.....	36

7.3.7	Ponts tèrmics .....	42
7.4	Instal·lacions .....	43
7.4.1	Equip d'ACS .....	43
7.4.2	Equip de calefacció .....	43
7.4.3	Equip de refrigeració .....	45
7.4.4	Equip d'enllumenament .....	47
7.4.5	Equip de ventilació .....	48
7.4.6	Equip de bombeig .....	49
7.5	Qualificació energètica .....	50
<b>8</b>	<b>Certificació simplificada .....</b>	<b>51</b>
8.1	Envolupant tèrmica .....	51
8.2	Qualificació energètica .....	52
<b>9</b>	<b>Certificació monitoritzada .....</b>	<b>53</b>
9.1	Consum d'electricitat .....	53
9.2	Consum de gas .....	54
9.3	Qualificació energètica .....	56
<b>10</b>	<b>Comparació de resultats .....</b>	<b>58</b>
<b>11</b>	<b>Aspectes mediambientals .....</b>	<b>60</b>
<b>12</b>	<b>Pressupost .....</b>	<b>60</b>
<b>13</b>	<b>Desenvolupament dels aspectes temporals .....</b>	<b>61</b>
<b>14</b>	<b>Conclusions .....</b>	<b>62</b>
<b>15</b>	<b>Bibliografia .....</b>	<b>63</b>

## Índex de Figures

Figura 1. Consum anual d'energia primària a Espanya durant l'any 2014. Font: (2) .....	8
Figura 2. Model d'etiqueta de qualificació energètica del edifici acabat. Font: (10).....	15
Figura 3. Elecció del tipus d'edifici en el programa CE <sup>3</sup> X .....	17
Figura 4. Introducció de dades administratives en el CE <sup>3</sup> X. ....	18
Figura 5. Introducció de dades generals en el CE <sup>3</sup> X.....	19
Figura 6. Estructura de classificació de l'envolupant tèrmica. Font: (11) .....	20
Figura 7. Introducció de l'envolupant tèrmica de l'edifici en el CE <sup>3</sup> X. ....	21
Figura 8. Introducció d'instal·lacions de l'edifici en el CE <sup>3</sup> X.....	24
Figura 9. Finestra d'introducció de dades administratives del TR2 en el CE <sup>3</sup> X. ....	26
Figura 10. Finestra d'introducció de dades generals del TR2 en el CE <sup>3</sup> X. ....	27
Figura 11. Finestra d'introducció de la coberta del TR2 en el CE <sup>3</sup> X. ....	28
Figura 12. Finestra d'introducció d'un mur de façana del TR2 en el CE <sup>3</sup> X. ....	29
Figura 13. Finestra de modelització de tancaments del TR2 en el CE <sup>3</sup> X.....	30
Figura 14. Patró d'ombres PO_Habitages en el CE <sup>3</sup> X.....	32
Figura 15. Patró d'ombres PO_ETSEIAT en el CE <sup>3</sup> X. ....	32
Figura 16. Patró d'ombres PO_F_NO_2 en el CE <sup>3</sup> X.....	33
Figura 17. Patró d'ombres PO_TR1 en el CE <sup>3</sup> X. ....	33
Figura 18. Finestra d'introducció del sòl del TR2 en el CE <sup>3</sup> X.....	34
Figura 19. Finestra d'introducció de la partició horitzontal del TR2 en el CE <sup>3</sup> X. ....	35
Figura 20. Control automatitzat de les calderes de l'edifici TR2. ....	44
Figura 21. Modelització de l'equip de calefacció de l'edifici TR2. ....	44
Figura 22. Control automatitzat de l'equip de refrigeració de l'edifici TR2. ....	45
Figura 23. Modelització de l'equip de refrigeració de l'edifici TR2. ....	46
Figura 24. Modelització dels splits de l'edifici TR2. ....	46
Figura 25. Modelització de l'equip d'enllumenament de l'edifici TR2.....	47
Figura 26. Modelització de l'equip de ventilació de l'edifici TR2. ....	48
Figura 27. Modelització de l'equip de bombeig de calefacció de l'edifici TR2. ....	49
Figura 28. Qualificació energètica de l'edifici TR2 mètode exhaustiu.....	50
Figura 29. Qualificació energètica de l'edifici TR2 mètode simplificat. ....	52
Figura 30. Consum elèctric del TR2.....	53
Figura 31. Consum de gas del TR2. ....	55
Figura 32. Factors de conversió d'energia final a primària. Font: (102).....	57
Figura 33. Escala qualificació energètica en energia primària del CE <sup>3</sup> X. ....	58



## Índex de Taules

Taula 1. Programes informàtics de certificació energètica d'edificis. Font: (9) .....	14
Taula 2. Classificació dels murs de l'edifici TR2. ....	31
Taula 3. Modelització dels buits de l'edifici TR2.....	36
Taula 4. Assignació dels buits façana F_NO_1 de l'edifici TR2.....	37
Taula 5. Assignació dels buits façana F_NO_2 de l'edifici TR2.....	38
Taula 6. Assignació dels buits façana F_SE_1 de l'edifici TR2. ....	39
Taula 7. Assignació dels buits façana F_SE_2 de l'edifici TR2. ....	40
Taula 8. Assignació dels buits façana F_NE de l'edifici TR2. ....	41
Taula 9. Assignació dels buits façana F_SO de l'edifici TR2. ....	42
Taula 10. Consum mensual d'electricitat de l'edifici TR2.....	54
Taula 11. Consum mensual de gas de l'edifici TR2. ....	55
Taula 12. Conversió d'energia secundària a primària.....	56
Taula 13. Comparació de les certificacions realitzades. ....	58
Taula 14. Comparació detallada de les certificacions realitzades.....	59

## Resum

Aquest treball que es presenta a continuació és el resultat de l'estudi que s'ha dut a terme al llarg de la primera part de l'any 2016 com a motiu del Treball Final de Grau en Tecnologies Industrials realitzat a l'Escola Tècnica Superior d'Enginyeries Industrial i Aeronàutica de Terrassa.

En aquest treball s'estudia la certificació energètica monitoritzada a partir de dades monitoritzades i la certificació energètica mitjançant l'ús del programa CE<sup>3</sup>X i a partir de dades constructives i les instal·lacions. Aquest últim es dur a terme mitjançant un mètode exhaustiu i un altre simplificat.

Seguidament es durà a terme les certificacions esmentades juntament amb un anàlisi i una comparació dels resultats obtinguts.

Aquest estudi es basa en l'edifici TR2 del Campus de Terrassa de la UPC i juntament amb dos altres edificis, TR1 i TR3, formen els edificis de l'Escola Universitària d'Enginyeria Tècnica Industrial de Terrassa.

## Abstract

The hereby document is the outcome of the analysis made during the first half of 2016 in purpose of the end-of-degree Project on Industrial Technologies carried out at *Escola Tècnica Superior d'Enginyeries Industrial i Aeronàutica de Terrassa*

In the following document, the study of the energy certification from the monitored data by using the actual data of energy consumption and a study of the energy certification with CE<sup>3</sup>X by using construction and facilities data has been done. The last one, is done with a basis and a thorough method.

Subsequently, these certifications are done altogether with an analysis and a comparison of the results obtained.

This study is based on the building TR2 of *Campus de Terrassa UPC*, with is also known as *Escola Universitària d'Enginyeria Tècnica Industrial de Terrassa* altogether with another pair of buildings, TR1 and TR3.

## 1 Objecte

L'objecte d'aquest treball és certificar el consum de l'edifici TR2 del campus de la UPC de Terrassa, tot aprenent a utilitzar el software de certificació energètica CE<sup>3</sup>X. Amb aquesta finalitat es durà a terme una certificació exhaustiva i una certificació simplificada, ambdós a partir del software esmentat, i es compararan els resultats obtinguts entre sí i amb les dades monitoritzades sobre els consums reals de l'edifici obtinguts mitjançant la plataforma SIRENA de la Universitat Politècnica de Catalunya.

## 2 Abast

- L'estudi es realitza sobre l'edifici TR2, edifici vinculat a l'Escola Universitària d'Enginyeria Tècnica Industrial de Terrassa (EUETIT).
- Certificar energèticament l'edifici amb el software CE<sup>3</sup>X mitjançant el mètode exhaustiu i el mètode simplificat.
- Certificar energèticament l'edifici mitjançant les dades dels consums reals de l'edifici.
- Comparar els resultats obtinguts de les diferents certificacions.
- No s'estudien millores per augmentar la qualificació energètica de l'edifici.
- No s'assaja l'estanqueïtat de l'edifici.

## 3 Justificació

En la història recent de l'era industrial, el factor energia ha tingut sempre un paper fonamental en el desenvolupament de les societats avançades. Pròximament, el 30 de novembre del 2015, els països més desenvolupats del món celebraran la *Cimera del Clima* a París sobre el canvi climàtic. Les decisions preses en aquesta cimera, seran fonamentals per el posterior impuls de les energies renovables i la reducció de les emissions de CO<sub>2</sub> i NO<sub>2</sub>, tant perjudicials pel planeta. (1)

La situació econòmica dels països emergents (Índia, Sud-Àfrica, Brasil, Mèxic i Rússia) i la disminució del valor de les matèries primeres, com el petroli i els seus derivats, en els quals es sostenen les economies dels països abans esmentats, són el principal problema per assolir un acord global en la *Cimera del Clima* de París.

En aquest context, es mostra el següent gràfic on es pot clarament observar la gran dependència energètica de les energies fòssils de la economia espanyola, d'aproximadament un 85%.

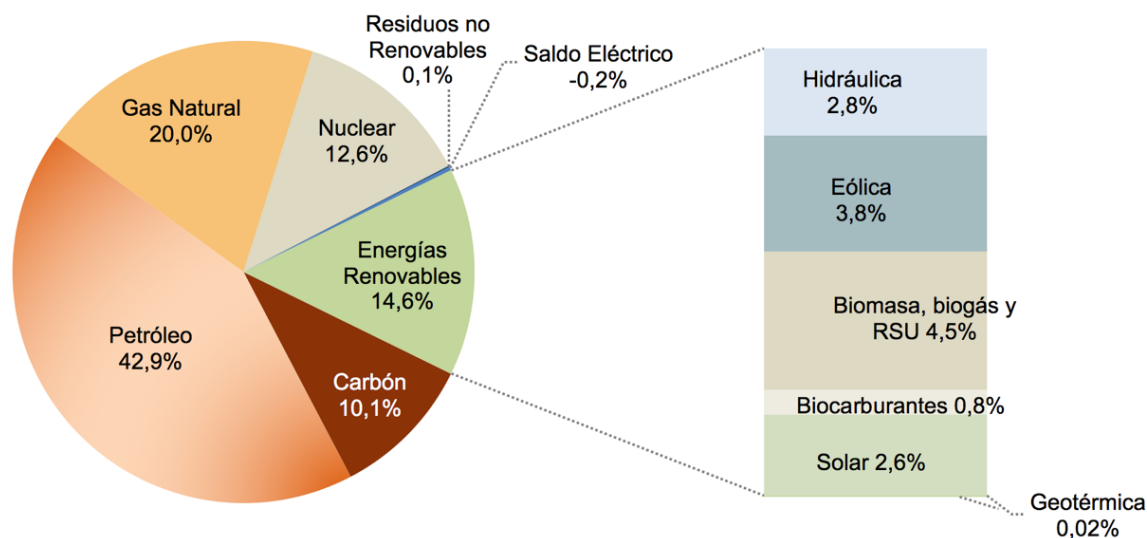


Figura 1. Consum anual d'energia primària a Espanya durant l'any 2014. Font: (2)

En una economia com l'espanyola, en la qual el dèficit públic està controlat per la Comissió Europea, la factura energètica (de l'ordre d'uns 40.000 milions d'euros l'any 2014) és clau per complir amb els criteris econòmics marcats des de Brussel·les. Per tant, les decisions que s'adoptin a Paris són clau per Catalunya i Espanya degut a la seves dependències energètiques de l'exterior. I, en aquest àmbit socioeconòmic, la substitució de les energies primàries no renovables per d'altres renovables té un paper fonamental en el futur la economia catalana i espanyola, així com en el canvi climàtic mundial. (3)

L'augment del consum de recursos energètics del planeta influeix greument en el canvi climàtic, ja que com s'ha esmentat, la major part d'energia s'obté de recursos fòssils. Aquest treball pretén plasmar el consum energètic que té l'edifici TR2 amb l'ajuda del certificat energètic, per tal de fer conèixer la quantitat de CO<sub>2</sub> que s'emet d'aquest. Així, en un futur, partint d'aquest treball es podran prendre les mesures adients per optimitzar el consum d'energia i disminuir la seva petjada ecològica.

Aquest treball respon al Pla d'Optimització Energètica, el Pla UPC 2020 de Sostenibilitat Energètica impulsat per la Universitat Politècnica de Catalunya, que té com a objectiu assolir una universitat de baixa intensitat energètica i baixa emissió de carboni. (4)

## 4 Especificacions bàsiques

- Les dades dels consums reals de l'edifici TR2 s'obtindran a partir de la plataforma SIRENA.
- La resta de dades necessàries s'obtindran a partir del projecte constructiu, les fitxes tècniques dels fabricants i les dades proporcionades pel departament de Obres i Manteniment de la UPC.
- En cas de desconèixer alguna dada, aquesta s'ometrà, s'estimarà o es tindrà en compte la opció que el software introdueixi per defecte, en funció del cas.
- El software CE<sup>3</sup>X, promogut pel Ministeri d'Indústria, Energia i Turisme, s'utilitzarà per fer les certificacions energètiques de l'edifici, tan pel mètode exhaustiu com pel mètode simplificat.

## 5 Antecedents i estat de l'art

El desenvolupament de qualsevol civilització ha dut en essència un consum energètic que ha comportat grans problemes al planeta Terra i a la humanitat. La sostenibilitat entre els recursos consumits i la seva substitució natural pel planeta ha sigut sempre una de les grans dificultats plantejades per la societat.

La regulació i legislació de les lleis que permetin l'equilibri entre recursos energètic consumits i el medi ambient són claus per entendre el món en el que habitem. Amb aquest objectiu s'ha redactat una sèrie de normatives que pretenen regular aquest equilibri.

El primer indicatiu en el que es va prendre consciència a nivell mundial del desequilibri existent va ser durant la redacció del Protocol de Kyoto, l'any 1997, en el qual es proposava reduir com a mínim un 5% les emissions de CO<sub>2</sub> de l'any 1990 entre el 2008 i el 2012. (5)

*1. Las Partes incluidas en el anexo I se asegurarán, individual o conjuntamente, de que sus emisiones antropógenas agregadas, expresadas en dióxido de carbono equivalente, de los gases de efecto invernadero enumerados en el anexo A no excedan de las cantidades atribuidas a ellas, calculadas en función de los compromisos cuantificados de limitación y reducción de las emisiones consignados para ellas en el anexo B y de conformidad con lo dispuesto en el presente artículo, con miras a reducir el total de sus emisiones de esos gases a un nivel inferior en no menos de 5% al de 1990 en el período de compromiso comprendido entre el año 2008 y el 2012.*

Des d'ençà, tan sols les manifestacions basades en el canvi climàtic en forma d'inundacions, catàstrofes, huracans, i esllavissades de fang en algunes parts d'Àsia i Llatinoamèrica, amb una forta manifestació del fenomen *El Niño*, així com la pèrdua de massa continental gelada en el pol Àrtic, han fet prendre consciència a les Nacions del món del problema al que s'enfronta la humanitat.

Per tant, la legislació i regulació de les emissions de CO<sub>2</sub> a nivell mundial es converteixen en clau per al futur de futures generacions.

## 5.1 Legislació a la Unió Europea

Partint del Protocol de Kyoto s'han dut a terme una sèrie de normatives i legislacions, la última de les quals és la Directiva 2012/27/UE del Parlament Europeu i del Consell, datada el 25 d'octubre del 2012 i relativa a la eficiència energètica. Aquesta Directiva modifica les Directives 2009/125/CE i 2010/30/UE i substitueix les Directives 2004/8/CE i 2006/32/CE.(6) Aquesta Directiva es pot consultar a l'Annex I i tracta els següents temes:

- Centrals nuclears
- Climatització
- Consum d'energia
- Energia
- Energia elèctrica
- Etiquetes
- Factures
- Política energètica
- Subministrament d'energia

En aquesta nova Directiva es tracten una sèrie de punts relatius de l'eficiència energètica dels edificis. Un d'aquests punts, contingut en la pàgina 4, paràgraf 18 del *Diario Oficial de la Unión Europea*, es mostra a continuació:

*18. Algunos municipios y otros organismos públicos de los Estados miembros ya han puesto en práctica planteamientos integrados sobre ahorro de energía y abastecimiento de energía, por ejemplo, mediante planes de actuación energética sostenibles, como los elaborados en virtud del Pacto de los Alcaldes, y planteamientos urbanos integrados que van más allá de las distintas intervenciones en edificios o modos de transporte. Los Estados miembros deben animar a los municipios y a otros organismos públicos a adoptar planes de eficiencia energética sostenibles e integrados con objetivos claros, a implicar a los ciudadanos en su elaboración y aplicación y a*

*informarlos adecuadamente acerca de su contenido y de los avances logrados hacia los objetivos fijados. Estos planes pueden generar considerables ahorros de energía, especialmente si son aplicados por sistemas de gestión energética que permitan a los organismos públicos gestionar mejor su consumo de energía. Debe fomentarse el intercambio de experiencias entre municipios y otros organismos públicos acerca de las experiencias más innovadoras.*

## 5.2 Legislació a l'Estat Espanyol

La història de la regulació i legislació de la certificació de la eficiència energètica en edificis a l'Estat Espanyol consta d'una sèrie de normatives cadascuna de les quals ha tingut com a objectiu la millora de la eficiència energètica. Partint de la transposició de la referència de la Directiva de eficiència energètica en edificis datada del 2002, es va dur a terme la redacció i aprovació del Real Decreto 47/2007, en la que es regulava un procediment bàsic per a la certificació d'eficiència energètica en edifici de nova construcció. Per tal d'incorporar els edificis existents a aquest procediment es va aprovar, el 5 d'abril de 2013, el Real Decreto 235/2013, en la que es va aprovar el procediment bàsic que regula la certificació d'eficiència energètica dels edificis, transposant parcialment la Directiva 2010/31/UE del Parlament Europeu i del Consell i aglutinant el Real Decreto 47/2007, tenint en compte l'experiència de la seva aplicació ens els últims cinc anys. (7)

Mitjançant el Real Decreto 235/2013, Annex II, s'aprova el procediment bàsic per a la certificació de la eficiència energètica dels edificis existents i nous. Com a continguts importants a esmentar hi trobem els articles 3 i 6.

A l'article 3 apartat 2, comprès en el capítol 1, es preveu un registre de documents reconeguts. Els documents en qüestió es troben classificats en tres tipus.

- a) *Programas informáticos de cualificación de eficiencia energética.*
- b) *Especificaciones y guías técnicas o comentarios sobre la aplicación técnico-administrativa de la certificación de eficiencia energética.*
- c) *Cualquier otro documento que facilite la aplicación de la certificación de eficiencia energética, excluidos los que se refieren a la utilización de un producto o sistema particular o bajo patente.*

Tanmateix, a l'article 6 capítol 2, es troba un detall de tot el contingut que ha de presentar un certificat d'eficiència energètica.

*El certificado de eficiencia energética del edificio o de la parte del mismo contendrá como mínimo la siguiente información:*

- a) *Identificación del edificio o de la parte del mismo que se certifica, incluyendo su referencia catastral.*
- b) *Identificación del procedimiento reconocido al que se refiere el artículo 4 utilizado para obtener la calificación de eficiencia energética.*
- c) *Indicación de la normativa sobre ahorro y eficiencia energética de aplicación en el momento de su construcción.*
- d) *Descripción de las características energéticas del edificio: envolvente térmica, instalaciones térmicas y de iluminación, condiciones normales de funcionamiento y ocupación, condiciones de confort térmico, lumínico, calidad de aire interior y demás datos utilizados para obtener la calificación de eficiencia energética del edificio.*
- e) *Calificación de eficiencia energética del edificio expresada mediante la etiqueta energética.*
- f) *Para los edificios existentes, documento de recomendaciones para la mejora de los niveles óptimos o rentables de la eficiencia energética de un edificio o parte de este, a menos que no exista ningún potencial razonable para una mejora de esa índole en comparación con los requisitos de eficiencia energética vigentes. Las recomendaciones incluidas en el certificado de eficiencia energética abordarán:*
  - i. *Las medidas aplicadas en el marco de reformas importantes de la envolvente y de las instalaciones técnicas de un edificio, y*
  - ii. *Las medidas relativas a elementos de un edificio, independientemente de la realización de reformas importantes de la envolvente o de las instalaciones técnicas de un edificio.*

*Las recomendaciones incluidas en el certificado de eficiencia energética serán técnicamente viables y podrán incluir una estimación de los plazos de recuperación de la inversión o de la rentabilidad durante su ciclo de vida útil.*

*Contendrá información dirigida al propietario o arrendatario sobre dónde obtener información más detallada, incluida información sobre la relación coste-eficacia de las recomendaciones formuladas en el certificado. La evaluación de esa relación se efectuará sobre la base de una serie de criterios estándares, tales como la evaluación del ahorro energético, los precios subyacentes de la energía y una previsión de costes preliminar. Por otro lado, informará de las actuaciones que se hayan de emprender para llevar a la práctica las recomendaciones. Asimismo se podrá facilitar al propietario o arrendatario información sobre otros temas conexos, como auditorías energéticas o incentivos de carácter financiero o de otro tipo y posibilidad de financiación. Para ello se podrán aplicar los criterios correspondientes del Reglamento Delegado (UE) n.º 244/2012 de la Comisión, de 16 de enero de 2012 que permite calcular los niveles óptimos de rentabilidad de los requisitos mínimos de eficiencia energética de los edificios y de sus elementos.*

- g) *Descripción de las pruebas y comprobaciones llevadas a cabo, en su caso, por el técnico competente durante la fase de calificación energética.*
- h) *Cumplimiento de los requisitos medioambientales exigidos a las instalaciones térmicas.*



### 5.3 Normativa aplicada a l'edifici estudiat

L'edifici TR2 del campus de la UPC de Terrassa va ser construït el 1920 i per tant, l'edifici en qüestió no compleix amb els actuals estàndards d'eficiència energètica dictaminats per la Directiva 2012/27/UE i el Real Decreto 235/2013.

Amb l'objectiu d'assolir una universitat de baixa intensitat energètica i baixa emissió de carboni, i experimentar la innovació als campus vers una societat sostenible energèticament, la Universitat Politècnica de Catalunya a impulsat un Pla d'Optimització Energètica, el Pla UPC 2020 de Sostenibilitat Energètica. Una de les mesures que es contempla és la certificació de l'eficiència energètica de tots els edificis de la Universitat i, d'aquesta manera, realitzar inversions d'eficiència energètica quan procedeixi. Aquest Pla té com a finalitat assolir tots els objectius acordats de cara al 2020. (4)

L'any 1920, any d'edificació del TR2, la *Dirección General de Obras Públicas* legislava la construcció de camins, pont, calçades, arquitectura, sanejament i aigües. (8)

En el programa CE<sup>3</sup>X només es té en compte que la normativa aplicada a l'edifici és anterior a l'entrada en vigor de la NBE CT-79, ja que no dona opció a concretar més.

## 5.4 Certificat energètic

El certificat energètic és un document oficial que verifica la conformitat de la qualificació energètica i condueix amb l'expedició de l'etiqueta d'eficiència energètica de l'edifici. La qualificació de l'eficiència s'obté a partir del càlcul del consum d'energia anual que l'edifici necessita per satisfer les demandes a les que està sotmès en condicions normals d'ocupació i funcionament.

En el cas d'edificis públics i segons la Directiva 2010/31/UE, modificada parcialment per la Directiva 2012/27/UE, els edificis ocupats per entitats públiques i freqüentats habitualment pel públic han de constituir un exemple que els factors mediambientals i energètiques es tenen en compte i, en conseqüència, han de ser objecte periòdicament de certificació d'eficiència energètica. Aquesta qualificació s'ha d'obtenir mitjançant els procediments i les eines reconegudes al Registre General del Ministeri d'Indústria, Energia i Turisme. A la taula 1 hi ha compresos els programes informàtics de certificació energètica d'edificis reconeguts.

		<b>Certificación energética de edificios</b>
Edificios nuevos	Vivienda	CALENER VyP CE2 CERMA
	Otros usos	CALENER VyP CALENER GT
Edificios existentes	Vivienda	CALENER VyP CE3 CE3X CERMA
	Otros usos	CALENER VyP CALENER GT CE3 CE3X

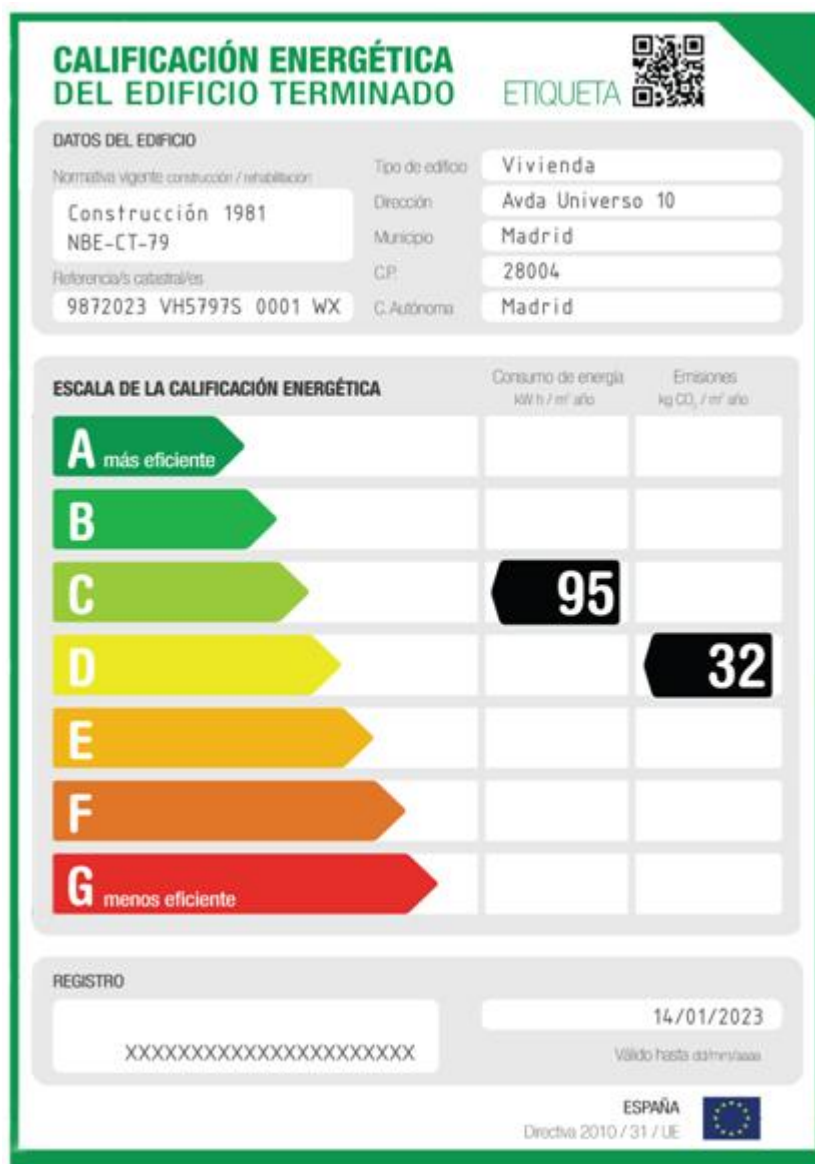
Taula 1. Programes informàtics de certificació energètica d'edificis. Font: (9)

Els element que ha de contenir els certificat es troben detallats a l'apartat 5.2, on s'anuncia l'article 6, capítol 2 del Real Decreto 235/2013. Tot i així, a l'annex III es pot consultar el model de certificat d'eficiència energètica d'edificis.

El certificat té una validesa màxima de 10 anys, tot i que pot ser renovat abans si hi ha variacions en aspectes que afectin a l'eficiència energètica que puguin modificar la qualificació energètica i l'etiqueta en qüestió.

L'etiqueta mostra el nivell de qualificació d'eficiència energètica obtinguda per l'edifici o parts d'edifici, indicant-ne el consum anual d'energia en KW h/m<sup>2</sup> i les emissions anuals

de CO<sub>2</sub> en Kg CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>. L'etiqueta s'ha d'ajustar al model de la figura 2 i classifica els edificis segons una escala de set lletres, de la A (edifici més eficient) a la G (edifici menys eficient).



**CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO TERMINADO** ETIQUETA

**DATOS DEL EDIFICIO**

Normativa vigente: construcción / rehabilitación

Tipo de edificio: Vivienda

Construcción: 1981

Dirección: Avda Universo 10

NBE-CT-79

Municipio: Madrid

Referencia/s catastral/es

C.P.: 28004

9872023 VH5797S 0001 WX

C. Autónoma: Madrid

**ESCALA DE LA CALIFICACIÓN ENERGÉTICA**

	Consumo de energía kWh / m <sup>2</sup> año	Emisiones kg CO <sub>2</sub> / m <sup>2</sup> año
<b>A</b> más eficiente		
<b>B</b>		
<b>C</b>	<b>95</b>	
<b>D</b>		<b>32</b>
<b>E</b>		
<b>F</b>		
<b>G</b> menos eficiente		

**REGISTRO**

XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX

14/01/2023

Válido hasta 14/01/2033

ESPAÑA

Directiva 2010 / 31 / UE

Figura 2. Model d'etiqueta de qualificació energètica del edifici acabat. Font: (10)

A l'annex III s'hi pot trobar el model d'etiqueta d'eficiència energètica detallat en cadascuna de les parts que el formen, així com les fórmules d'obtenció dels índex de qualificació d'eficiència energètica i els valors que corresponen a les diferents qualificacions segons si l'edifici està destinat a habitatge o a altres usos.

## 6 Metodologia aplicada

En aquest apartat es detallen els passos seguits per a l'obtenció de les certificacions energètiques, tan per l'exhaustiva com per la simplificada. S'ha escollit el programa CE<sup>3</sup>X per dur a terme ambdues certificacions.

En els següents subapartat s'explica el procediment en què es basa la certificació energètica amb el programa CE<sup>3</sup>X, començant per la fase inicial d'obtenció de dades, seguit de la fase d'introducció de dades i conclouent amb la fase d'obtenció de la qualificació. Finalment, es fa esment de la metodologia aplicada en el cas de les certificacions monitoritzades.

### 6.1 Certificacions amb CE<sup>3</sup>X

El procediment simplificat de certificació energètica CE<sup>3</sup>X s'inicia amb la recollida de dades que defineixen el comportament tèrmic de l'edifici existent, així com l'eficiència de les seves instal·lacions tèrmiques.

Com ja s'ha dit, la certificació energètica amb programa CE<sup>3</sup>X, consta de tres fases (obtenció de dades, introducció de dades i obtenció del certificat) que procedeixen a ser explicades en els propers subapartats. S'han estructurats de manera ordenada segons com son sol·licitats pel programa.

#### 6.1.1 Obtenció de dades

En referència a les certificacions realitzades amb el programa CE<sup>3</sup>X, la principal font d'informació ha sigut obtinguda gràcies al Servei d'Obres i Manteniment que ha facilitat plànols de CAD, informació referent als materials constructius i de buits i informació referent a les instal·lacions existents a l'edifici.

Les dades referents a superfícies que sol·licita el programa s'han obtingut a partir de plànols de l'edifici TR2 facilitats pel l'equip del Servei d'Obres i Manteniment. A més, s'han realitzat visites per tal d'assolir una bona comprensió d'aquestes dades.

El programa CE<sup>3</sup>X permet tres nivell d'introducció de dades en relació al grau de coneixement que es té de les característiques tèrmiques de l'edifici i les seves

instal·lacions. Aquests nivells són: valors per defecte, valors estimats i valors coneguts o justificats.

Els valors per defecte s'utilitzen en aquells edificis en que es desconeixen les característiques tèrmiques que afecten a l'eficiència energètica de l'edifici. En general, s'estableixen segons la normativa tèrmica vigent durant la seva construcció i garanteixen les qualitats tèrmiques mínimes.

Els valors estimats es dedueixen d'un valor conegut o justificat i es defineixen a partir de les característiques de l'element en qüestió. En canvi, els valors coneguts o justificats, s'obtenen directament d'assajos, monitorització de les instal·lacions tèrmiques o de qualsevol altre document que justifiqui el valor del paràmetre sol·licitat.

En el cas de l'edifici estudiat en aquest treball, hi ha un gran nombre de valors introduïts per defecte i estimats, ja que es tracta d'un edifici antic i la informació constructiva que es té és escassa.

### 6.1.2 Introducció de dades

Ja des d'un principi, en executar el programa, el programa CE<sup>3</sup>X demana el tipus d'edifici que es vol certificar. Tal i com es pot observar a la figura 3, les opcions que s'ofereixen són tres: residencial, petit terciari o gran terciari.

#### Certificación energética simplificada de edificios existentes

*Tipo de edificio*

Residencial	Pequeño terciario	Gran terciario
-------------	-------------------	----------------

Figura 3. Elecció del tipus d'edifici en el programa CE<sup>3</sup>X

Seguidament, s'introdueixen les dades que el programa sol·licita per tal de certificar l'edifici. En els següents apartats es procedeix a detallar aquest conjunt de dades.

### 6.1.2.1 Dades administratives

Les dades administratives mostren informació sobre la localització i identificació de l'edifici, les dades del client i les dades del certificador. Són un conjunt de dades que no influeixen en la qualificació energètica final. L'objectiu principal és el d'identificar l'edifici que es vol certificar, determinar qui realitza l'encàrrec de dur a terme la certificació i deixar constància del tècnic competent que l'ha realitzat. En la figura 4 es pot observar la pantalla d'introducció de dades administratives del programa CE<sup>3</sup>X en la que s'observa els tres grups de dades en les que es divideixen les dades administratives.



The form is divided into three main sections, each with a blue header:

- Localización e identificación del edificio:** Includes fields for 'Nombre del edificio', 'Dirección', 'Provincia/Ciudad autónoma' (dropdown), 'Localidad' (dropdown), 'Código Postal', and 'Referencia Catastral'.
- Datos del cliente:** Includes fields for 'Nombre o razón social', 'Dirección', 'Provincia/Ciudad autónoma' (dropdown), 'Localidad' (dropdown), 'Código Postal', 'Teléfono', and 'E-mail'.
- Datos del técnico certificador:** Includes fields for 'Nombre y Apellidos', 'Razón social', 'Dirección', 'Provincia/Ciudad autónoma' (dropdown), 'Localidad' (dropdown), 'Código Postal', 'Teléfono', 'E-mail', 'NIF', 'CIF', and 'Titulación habilitante según normativa vigente'.

Figura 4. Introducció de dades administratives en el CE<sup>3</sup>X.

Cal destacar que la referència cadastral és un conjunt de 20 díigits alfanumèrics que serveixen per referenciar un immoble i que es pot obtenir ràpidament a partir de la *Sede Electrónica del Catastro*. A l'annex IV es troba el document cadastral de l'edifici TR2. Per altra banda, cal indicar que el tècnic certificador ha de tenir alguna de les titulacions que acreditin com a tal. Aquestes titulacions es troben especificades a l'article 1 apartat 3 del Real Decreto 235/2013. (7)

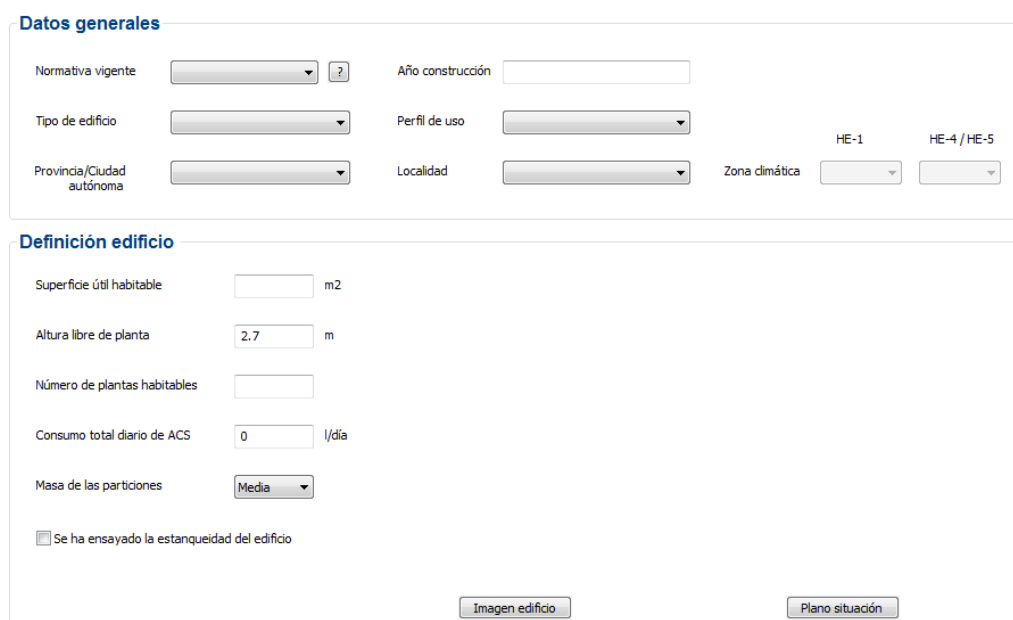
### 6.1.2.2 Dades generals

Les dades generals contenen tota la informació necessària per obtenir la qualificació de l'edifici en qüestió i són les que determinen els valors d'aplicació per defecte en els casos requerits. Tal i com es pot observar en la figura 5, la introducció d'aquestes dades es troba dividida en dos blocs: dades generals i definició de l'edifici.

En referència a les dades generals, cal destacar que la normativa vigent que es demana és la normativa vigent l'any en que es va emetre el visat per l'obtenció de la llicència d'obra de l'edifici. El programa CE<sup>3</sup>X diferencia tres tipus de normatives:

- Anterior a l'entrada en vigor de la NBE CT-79
- Durant la vigència de la NBE CT-79
- A partir de l'entrada en vigor del DB HE1 del CTE

La introducció del tipus d'edifici és rellevant, ja que aquesta dada determina l'escala de qualificació que el programa ha d'aplicar. Una altra dada de gran interès per a la correcta certificació és la determinació de la zona climàtica, donat que també influeix en la generació de l'escala de qualificació de l'edifici.



The image shows a screenshot of the CE<sup>3</sup>X software interface. It is divided into two main sections: 'Datos generales' (General Data) and 'Definición edificio' (Building Definition). The 'Datos generales' section includes fields for 'Normativa vigente' (Vigilant Normative), 'Año construcción' (Construction Year), 'Tipo de edificio' (Building Type), 'Perfil de uso' (Use Profile), 'Provincia/Ciudad autónoma' (Province/Autonomous City), 'Localidad' (Locality), and 'Zona climática' (Climatic Zone). The 'Definición edificio' section includes fields for 'Superficie útil habitable' (Usable Living Area), 'Altura libre de planta' (Clear Height), 'Número de plantas habitables' (Number of Habitable Floors), 'Consumo total diario de ACS' (Total Daily ACS Consumption), 'Masa de las particiones' (Mass of Partitions), and a checkbox for 'Se ha ensayado la estanqueidad del edificio' (The building's airtightness has been tested). There are also buttons for 'Imagen edificio' (Building Image) and 'Plano situación' (Location Plan).

Figura 5. Introducció de dades generals en el CE<sup>3</sup>X.

En el bloc de la definició de l'edifici es demana la superfície útil habitable, l'altura lliure de planta, el número de plantes habitables, el consum total diari d'ACS, la massa de les particions fetes i si s'ha assajat l'estanqueïtat de l'edifici.

### 6.1.2.3 Envolupant tèrmica

L'envolupant tèrmica està formada per tots els tancaments que limiten entre els espais habitables i l'exterior de l'edifici en qüestió. També s'inclouen totes les particions interiors que limiten el espais habitables dels no habitables. La classificació dels tancaments que formen l'envolupant tèrmica es mostren a la figura 6.

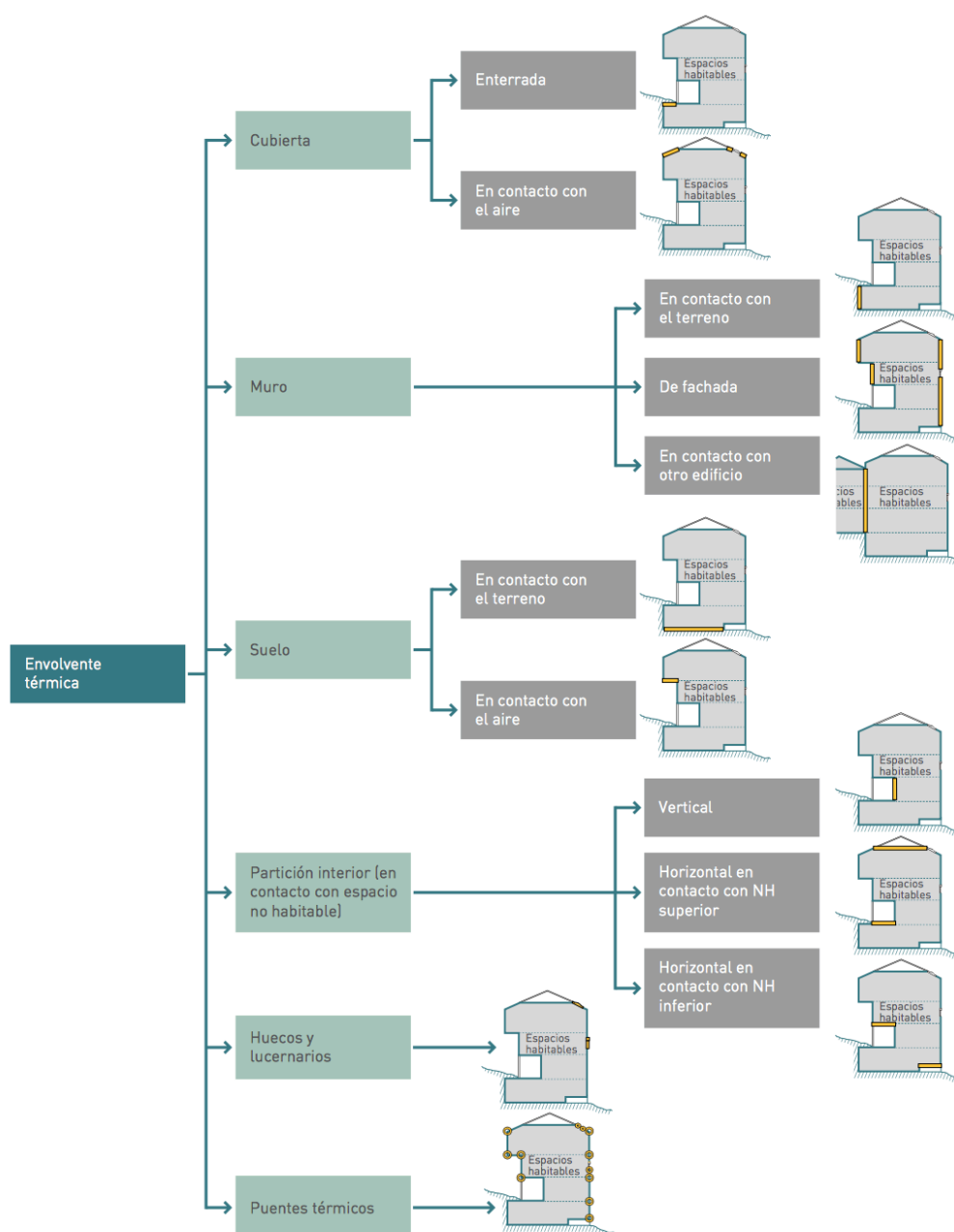


Figura 6. Estructura de classificació de l'envolupant tèrmica. Font: (11)



És indispensable la introducció de tots els tancament al programa CE<sup>3</sup>X, així com també ho és la introducció de les transmitàncies tèrmiques corresponents. Aquestes últimes dades poden obtenir-se segons la informació que es té de l'edifici, tal i com ja s'ha informat en l'apartat 6.1.1 d'aquest treball, sent valors per defecte, valors estimats o valors coneguts.

Cal destacar la importància de no descomptar la superfície dels buits o claraboies a la superfícies del tancaments opacs en la que es trobin, ja que el programa ho fa per defecte. A més, també cal indicar la importància d'introduir el patró d'ombres, ja que aquest determina el perfil d'obstacles que afecten a la superfície de l'edifici i, per tant, les pèrdues de radiació solar.

La finestra d'introducció d'aquest conjunt de dades es pot observar en la figura 7. En aquesta s'observa les diferents parts de l'envolupant tèrmica, així com les dades que es requereix.

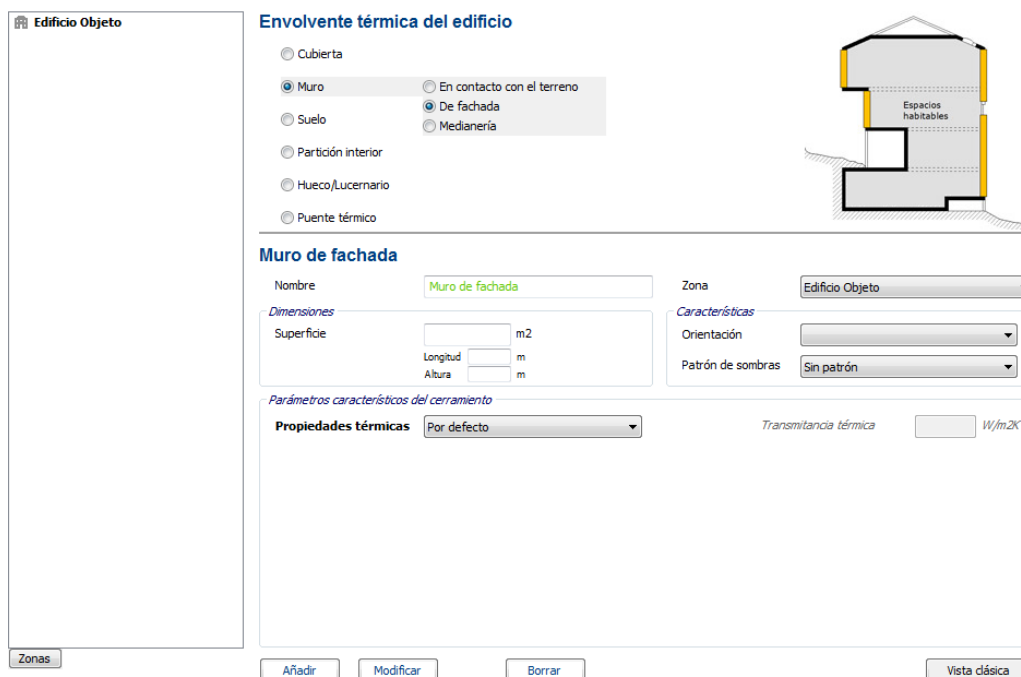


Figura 7. Introducció de l'envolupant tèrmica de l'edifici en el CE<sup>3</sup>X.

En els següents subapartats es procedeix a fer una pinzellada de les parts que formen l'envolupant tèrmica d'un edifici. Les transmitàncies tèrmiques de cada una d'elles s'obtenen depenen de la informació que es tingui. Així aquests valors poden ser coneguts, estimats o per defecte.

#### 6.1.2.3.1 Cobertes

Es tracta d'un tancament horitzontal que habitualment té la cota més alta de tot l'edifici. El programa considera dos tipus de coberta, en contacte amb l'aire o soterrades. En el cas de les primeres, el programa pot demanar la introducció del patró d'ombres que afecta aquest tancament. Com ja s'ha dit, la transmissió tèrmica de la coberta es calcula mitjançant la informació que es tingui de les seves propietats tèrmiques.

#### 6.1.2.3.2 Murs

Els murs són un tancament vertical que delimiten amb l'exterior de l'edifici o que el separen d'un altre. El programa considera tres tipus de murs, en contacte amb el terreny, de façana i mitgera. En el cas de mur de façana, el programa demana que se li assigni un patró d'ombres al mur en qüestió, si s'escau, a més de sol·licitat l'orientació de la mateixa. I en el cas de façana mitgera, es demana la introducció del tipus de mur de que es tracta.

#### 6.1.2.3.3 Patró d'ombres

El patró d'ombres permet determinar la quantitat de llum directa rep la façana o la coberta d'un edifici mitjançant la introducció dels obstacles que li fan ombra. Per tal de modelitzar-lo correctament, el programa sol·licita que es defineixi l'obstacle mitjançant azimut  $\alpha$  i l'elevació  $\beta$ , és a dir l'angle de desviació en el pla horitzontal respecte al sud i l'alçada de l'ombra que produeix l'ombra sobre l'edifici en qüestió, respectivament.

#### 6.1.2.3.4 Sòls

Són els tancaments horitzontals amb la cota més baixa de tot l'edifici. El programa en considera dos tipus, en contacte amb el terreny i en contacte amb l'aire. En el primer cas, es sol·licita la profunditat, mentre que no es sol·licita en el cas de contacte amb l'aire.

#### 6.1.2.3.5 Particions interior

Les particions interiors són tancaments que poden ser tant verticals com horitzontals però tots ells s'utilitzen per separar espais habitables dels que no ho són. Els segons poden ser amb espai superior no habitable o amb espai inferior no habitable. Un exemple de partició interior horitzontal amb espai superior no habitable pot ser la separació entre el sostre de la planta superior i la coberta, ja que l'espai sota la coberta no seria habitable.

#### 6.1.2.3.6 Buits i claraboies

Aquest tancament correspon a les portes i finestres existents en els murs que delimiten l'edifici. Per a la correcta modelització d'aquests tancaments es imprescindible associar-los al tancament exterior, mur o coberta, en el qual es troben.

El programa pot sol·licitar que se li assigni el patró d'ombres del tancament al qual està associat. A més, demana la superfície, percentatge de marc, absortivitat del marc, dispositiu de protecció solar, permeabilitat del buit.

#### 6.1.2.3.7 Ponts tèrmics

Els ponts tèrmic són zones on hi ha discontinuïtats constructives. Per tal de definir-los cal determinar el tipus de pont tèrmic del que es tracta, el tancament al qual esta associat i el valor de la seva transmitància tèrmica lineal, així com la seva longitud.

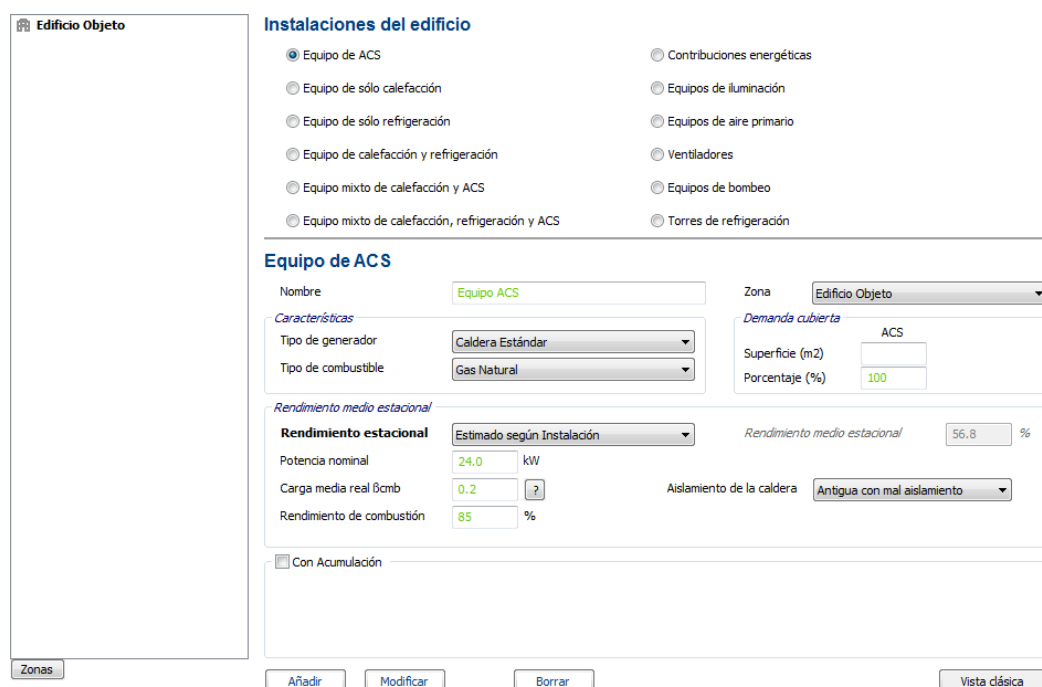
El programa CE<sup>3</sup>X, en contempla els següents:

- Pilar integrat en façana
- Pilar en cantonada
- Contorn de buit
- Caixa de persiana
- Trobada de façana amb forjat
- Trobada de façana amb coberta
- Trobada de façana amb sòl en contacte amb l'aire
- Trobada de façana amb solera

#### 6.1.2.4 Instal·lacions

En la figura 8 es mostra la finestra d'introducció de dades referents a les instal·lacions. Com es pot observa, les instal·lacions que contempla el programa CE<sup>3</sup>X en el cas d'un edifici gran terciari són:

- Equip d'ACS
- Equip de només calefacció
- Equip de només refrigeració
- Equip de calefacció i refrigeració
- Equip mixt de calefacció i ACS
- Equip mixt de calefacció, refrigeració i ACS
- Contribucions energètiques
- Equips d'enllumenat
- Equips d'aire primari
- Ventiladors
- Equips de bombeig
- Torres de refrigeració



**Edificio Objeto**

**Instalaciones del edificio**

- ☒ Equipo de ACS
- ☐ Equipo de sólo calefacción
- ☐ Equipo de sólo refrigeración
- ☐ Equipo de calefacción y refrigeración
- ☐ Equipo mixto de calefacción y ACS
- ☐ Equipo mixto de calefacción, refrigeración y ACS
- ☐ Contribuciones energéticas
- ☐ Equipos de iluminación
- ☐ Equipos de aire primario
- ☐ Ventiladores
- ☐ Equipos de bombeo
- ☐ Torres de refrigeración

**Equipo de ACS**

Nombre:

Zona:

**Características**

Tipo de generador:

Tipo de combustible:

**Demanda cubierta**

Superficie (m2):

Porcentaje (%):

**Rendimiento medio estacional**

Rendimiento estacional:

Potencia nominal:  kW

Carga media real fomb:  ?

Rendimiento de combustión:  %

Aislamiento de la caldera:

☐ Con Acumulación

Zonas

Añadir Modificar Borrar Vista clásica

Figura 8. Introducció d'instal·lacions de l'edifici en el CE<sup>3</sup>X.

### 6.1.3 Obtenció de la qualificació energètica

La certificació energètica d'un edifici finalitza en introduir totes les dades de l'edifici que sol·licita el programa. En acabar, només queda seleccionar el botó per qualificar el projecte i consultar la finestra que sorgeix amb la qualificació obtinguda.

La introducció de dades acurades i el més reals possibles permet que el resultat obtingut en la certificació sigui, tanmateix, el més real possible en relació a la demanda i emissions de l'edifici en qüestió.

En la qualificació de l'edifici es pot seleccionar l'opció de generar un informe. En aquest es mostra el detall de tota la certificació des de les dades administratives fins a la qualificació obtinguda, passant per la modelització de tots els tancaments i instal·lacions de l'edifici. A més, també es mostren les qualificacions parcials dels equips de calefacció, refrigeració, ACS i enllumenat.

## 6.2 Certificacions amb dades monitoritzades

En referència a la certificació monitoritzada, les dades s'han obtingut a partir de la plataforma SIRENA que conté les dades del consum real de l'edifici TR2. Aquestes dades estan expressades en forma d'energia secundària i per tant cal treballar-les per tal de poder-les comparar amb qualsevol certificació energètica realitzada amb el programa CE<sup>3</sup>X.

## 7 Certificació exhaustiva

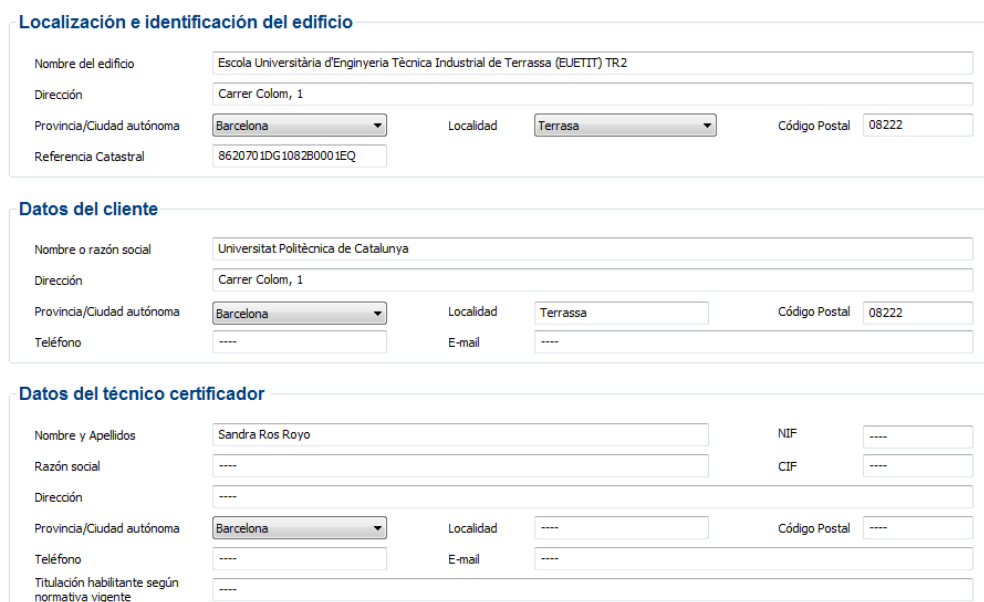
En aquest apartat es definiran els paràmetres necessaris per a la certificació exhaustiva de l'edifici TR2 del Campus Terrassa seguint la metodologia explicada en l'apartat 6. En cada cas s'informarà de l'origen de les dades i les hipòtesis realitzades.

Com ja s'ha dit, aquesta certificació es dur a terme amb el programa CE<sup>3</sup>X.

### 7.1 Dades administratives

El conjunt de dades introduïdes en el programa CE<sup>3</sup>X, en referència a l'edifici TR2, es pot observar en la figura 9. D'aquesta manera l'edifici queda identificat, així com també el certificador i el client.

La referència cadastral introduïda es compartida amb dos altres edificis del Campus de Terrassa de la UPC, aquests són el TR1 i el TR3 que juntament amb el TR2 formen l'Escola Universitària d'Enginyeria Tècnica Industrial de Terrassa (EUETIT), es troba inclosa dins l'annex IV. S'ha procedit a no complimentar la informació referent a les dades del tècnic competent, ja que l'autor d'aquest treball no està acreditat com a tal.



**Localización e identificación del edificio**

Nombre del edificio	Escola Universitària d'Enginyeria Tècnica Industrial de Terrassa (EUETIT) TR2		
Direcció	Carrer Colom, 1		
Provincia/Ciudad autónoma	Barcelona	Localidad	Terrassa
Referencia Catastral	862070 1DG 1082B000 1EQ	Código Postal	08222

**Datos del cliente**

Nombre o razón social	Universitat Politècnica de Catalunya		
Direcció	Carrer Colom, 1		
Provincia/Ciudad autónoma	Barcelona	Localidad	Terrassa
Teléfono	----	Código Postal	08222
E-mail	----		

**Datos del técnico certificador**

Nombre y Apellidos	Sandra Ros Royo	NIF	----
Razón social	----	CIF	----
Direcció	----		
Provincia/Ciudad autónoma	Barcelona	Localidad	----
Teléfono	----	Código Postal	----
E-mail	----		
Titulación habilitante según normativa vigente	----		

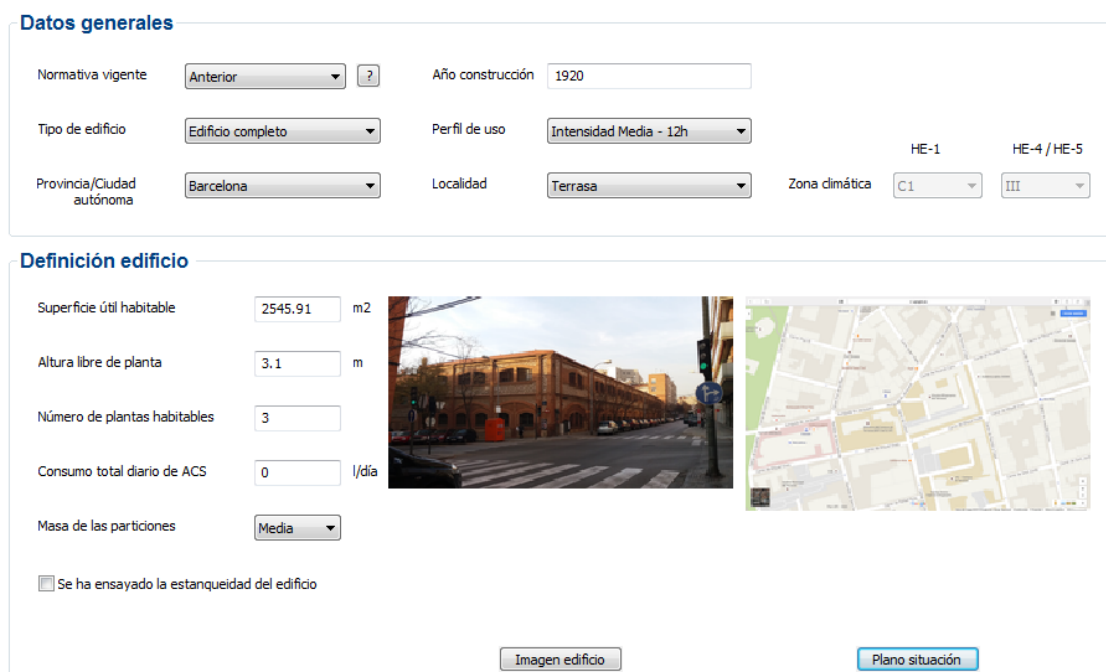
Figura 9. Finestra d'introducció de dades administratives del TR2 en el CE<sup>3</sup>X.

## 7.2 Dades generals

La introducció d'aquestes dades en el programa consta de dues fases o blocs, com ja s'ha explicat a l'apartat 6.1.2.2. A la figura 10 es poden observar les dades introduïdes en referència a l'edifici TR2.

En el primer bloc de dades i en el cas de l'edifici estudiat, només esmentar que es realitza la certificació de l'edifici complet amb una mitjana de perfil d'ús de 12 hores i una intensitat d'ús mitja.

Del segon i últim bloc de dades general, cal destacar que la superfície útil habitable i l'altura lliure de planta, s'ha determinat a partir dels plànols facilitats pel Servei d'Obres i Manteniment, adjuntats a l'annex V. Cal remarcar la gran discrepància entre la superfície construïda indicada a la referència cadastral de l'immoble, 12.282 m<sup>2</sup>, de la superfície construïda de l'edifici estudiat, 2.939,66 m<sup>2</sup>, recordar que aquest fet es deu a la inclusió dels edificis TR1 i TR3 dins de la mateixa referència cadastral. Per altra banda, s'ha acordat amb el Servei d'Obres i Manteniment definir com a mitja la massa de les particions.



**Datos generales**

Normativa vigente	Anterior	Año construcción	1920
Tipo de edificio	Edificio completo	Perfil de uso	Intensidad Media - 12h
Provincia/Ciudad autónoma	Barcelona	Localidad	Terrasa
		Zona climática	C1
			HE-1 HE-4 / HE-5 III

**Definición edificio**

Superficie útil habitable	2545.91	m2
Altura libre de planta	3.1	m
Número de plantas habitables	3	
Consumo total diario de ACS	0	l/día
Masa de las particiones	Media	

☐ Se ha ensayado la estanqueidad del edificio

Imagen edificio Plano situación

Figura 10. Finestra d'introducció de dades generals del TR2 en el CE<sup>3</sup>X.

## 7.3 Envolupant tèrmica

En els següents subapartats es procedeix a definir tots els tancaments que formen l'envolupant tèrmica de l'edifici i que, com ja s'ha dit a l'apartat 6.1.2.3, delimiten els espais habitables dels que no són habitables. S'indicarà en cada cas com s'ha obtingut les dades introduïdes en el programa.

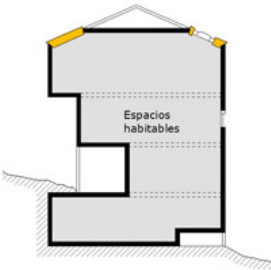
El programa sol·licita que es detalli cadascuna de les zones de l'edifici però no s'ha cregut necessari degut a la consideració de que l'edifici no és prou complex.

### 7.3.1 Cobertes

La coberta de l'edifici s'ha modelitzat en un únic bloc de superfície  $1.073\text{m}^2$  i, a més, s'ha considerat que sota la coberta cal modelitzar una partició interior. Cal destacar que aquest tancament no té cap tipus d'aïllament i les seves propietats tèrmiques s'han estimat, degut a la manca d'informació constructiva. La coberta és inclinada i el seu forjat és unidireccional. Consultar l'apartat 7.3.5 on es detalla la partició horitzontal corresponent.

**Envolvente tèrmica del edificio**

☒ Cubierta ☐ Enterrada  
☐ Muro ☒ En contacto con el aire  
☐ Suelo  
☐ Partición interior  
☐ Hueco/Lucernario  
☐ Puente térmico



**Cubierta en contacto con el aire**

Nombre:  Zona:

**Dimensiones**

Superficie:  m<sup>2</sup>  
Longitud:  m  
Anchura:  m

**Características**

Patrón de sombras:

**Parámetros característicos del cerramiento**

**Propiedades térmicas**   
Clase de cubierta:   
Tipo de forjado:   
☐ Tiene aislamiento térmico

Transmitancia térmica:  W/m<sup>2</sup>K

Figura 11. Finestra d'introducció de la coberta del TR2 en el CE<sup>3</sup>X.

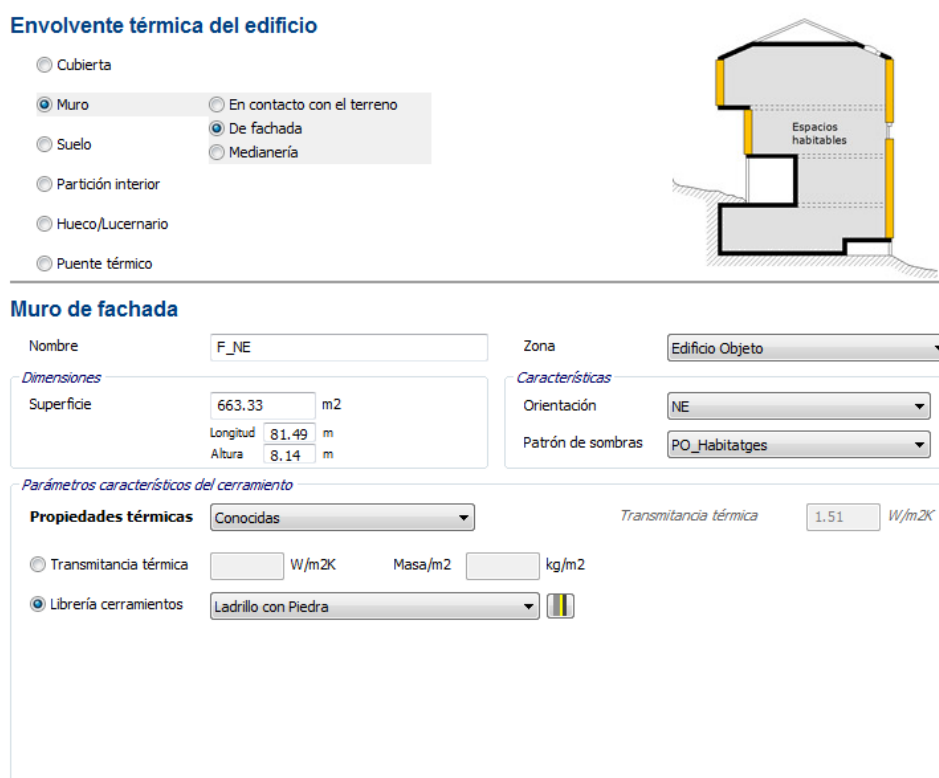


### 7.3.2 Murs

Dels tres tipus de mur que es contemplen en el programa, només se n'han detectat del tipus en contacte amb l'aire i en contacte amb el terreny. S'han modelitzat nou murs de façana, tres dels quals orientats al nord-oest (F\_NO\_1 i F\_NO\_2), tres al sud-est (F\_SE\_1 i F\_SE\_2), dos orientats al nord-est i un al sud-oest. La separació de l'edifici estudiat, TR2, del TR1 i del TR3 no s'ha modelitzat com a mur sinó com a partició interior, degut a la inexistència de murs entre ells. L'orientació de cadascun dels murs està indicat en el propi nom dels murs.

L'existència de murs en contacte amb el terreny no es deu a l'existència de cap soterrani sinó que es deu a la inclinació pròpia del terreny. Per tal de descriure aquest fet, s'han modelitzat les façanes amb contacte amb el terreny F\_NO\_1\_S, F\_NE\_S i F\_SE\_2\_S. Les superfícies d'aquests murs s'han obtingut a partir dels plànols facilitats pel Servei d'Obres i Manteniment i el procediment seguit per a la seva modelització és el mateix que s'ha utilitzat pels murs de façana. Només difereix en la manca de patrons d'ombra.

Els altres sis murs de l'edifici s'han considerat com a murs de façana, murs en contacte amb l'aire, i les seves dimensions s'han obtingut de la mateixa manera que els anteriors. En la figura 12 es pot observar la modelització d'un dels murs de façana de l'edifici.



**Envolvente térmica del edificio**

- ☐ Cubierta
- ☒ Muro
  - ☐ En contacto con el terreno
  - ☒ De fachada
  - ☐ Medianería
- ☐ Suelo
- ☐ Partición interior
- ☐ Hueco/Lucernario
- ☐ Puente térmico

**Muro de fachada**

Nombre: F\_NE      Zona: Edificio Objeto

**Dimensiones**

Superficie: 663.33 m<sup>2</sup>  
Longitud: 81.49 m  
Altura: 8.14 m

**Características**

Orientación: NE  
Patrón de sombras: PO\_Habitatges

**Parámetros característicos del cerramiento**

**Propiedades térmicas** Conocidas      Transmisión térmica: 1.51 W/m<sup>2</sup>K

☐ Transmisión térmica:      W/m<sup>2</sup>K      Masa/m<sup>2</sup>:      kg/m<sup>2</sup>

☒ Librería cerramientos: Ladrillo con Piedra

Figura 12. Finestra d'introducció d'un mur de façana del TR2 en el CE<sup>3</sup>X.

Les transmissibilitats tèrmiques dels murs s'han estimat a partir dels materials i gruixos de cadascun d'ells. S'ha considerat que el material dels murs és de maó amb pedra aplacada i un gruix estimat de 48 cm i 2 cm respectivament. En la figura 13 es pot observar com s'ha modelitzat el material dels murs.



### Librería de cerramientos

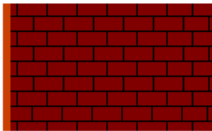
Nombre

*Características del cerramiento*

Verticales (Materiales ordenados de exterior a interior); Horizontales (Materiales ordenados de arriba a abajo)

Material	Grupo	R (m <sup>2</sup> K...)	Espesor...	λ (W/mK)	ρ03C1 ...	Cp (J/kgK)
Granito [2500 < d < ...]	Pétreos y suelos	0.007	0.02	2.8	2600	1000
1/2 pie LM métrico o c...	Fábricas de ladrillo	0.484	0.48	0.991	2170	1000



$R1 + \dots + Rn$   
0.49 m<sup>2</sup>K/W

*Características del material*

Grupo de materiales

Material

Espesor  m      λ  W/mK

ρ  kg/m<sup>3</sup>      Calor específico  J/kgK

Figura 13. Finestra de modelització de tancaments del TR2 en el CE<sup>3</sup>X.

El programa permet la introducció de patrons d'ombres sobre els murs per determinar la influència que exerceixen sobre aquests, a més de sol·licitar l'orientació de cada façana. En el cas de la façana F\_NO\_1, no s'ha introduït cap patró d'ombres degut a la seva orientació.

Cal recordar la importància de no descomptar la superfície dels buits o claraboies a la superfícies del tancaments opacs en la que es trobin, ja que el programa ho fa per defecte.

A la taula 2 es poden observar els diferents murs de l'edifici TR2 modelitzats amb el CE<sup>3</sup>X juntament amb el detall de les seves tipologies, superfícies i patrons d'ombra corresponents. Aquests últims es detallen en el següent apartat.

Nom Mur	Tipologia	Superfície [m <sup>2</sup> ]	Patró d'ombres associat
F_NO_1	Mur de façana	165,84	—
F_NO_2	Mur de façana	92,60	—
F_SE_1	Mur de façana	92,60	PO_TR1
F_SE_2	Mur de façana	188,26	PO_ETSEIAT
F_NE	Mur de façana	663,33	PO_Habitatges
F_SO	Mur de façana	618,90	PO_F_NO_2
F_NE_S	Mur en contacte amb el terreny	151,57	—
F_SE_2_S	Mur en contacte amb el terreny	13,74	—
F_NO_1_S	Mur en contacte amb el terreny	36,16	—

Taula 2. Classificació dels murs de l'edifici TR2.

### 7.3.3 Patró d'ombres

Com ja s'ha explicat a l'apartat 6.1.2.3.3, el patró d'ombres determina el perfil d'obstacles que afecten a la superfície de l'edifici i determina les pèrdues de radiació solar. El patró d'ombres es defineix a partir de 4 punts corresponents a les 4 cantonades de la façana que projecta l'ombra i es caracteritzen a partir de dos angles  $\alpha$  i  $\beta$ .

L'angle  $\alpha$  és l'angle de desviació en el pla horitzontal respecte a la direcció sud i  $\beta$  l'angle de l'alçada de l'ombra que produeix l'ombra sobre l'edifici en qüestió.

S'han modelitzat un total de 4 patrons d'ombres diferents i els seus angles  $\alpha$  i  $\beta$  s'han obtingut a partir de l'aplicació de dos mètodes semblants. Dos d'aquests patrons s'han obtingut mitjançant la introducció simplificada d'obstacles rectangulars, mentre que els altres dos s'han obtingut mitjançant el càlcul d'ambos angles de l'edifici obstacle. Aquest últim mètode s'ha utilitzat com a conseqüència de la orientació perpendicular dels obstacles respecte l'edifici TR2.

En la següents figures, 14 i 15, es poden observar els dos patrons d'ombres obtinguts a partir de la introducció simplificada dels obstacles rectangulars. El primer correspon a l'edifici d'habitatges situat enfront la façana F\_NE. El segon fa referència al patró d'ombres de l'edifici situat davant la façana F\_SE\_2 que correspon a un edifici de l'Escola Tècnica Superior d'Enginyeries Industrial i Aeronàutic de Terrassa (ETSEIAT).

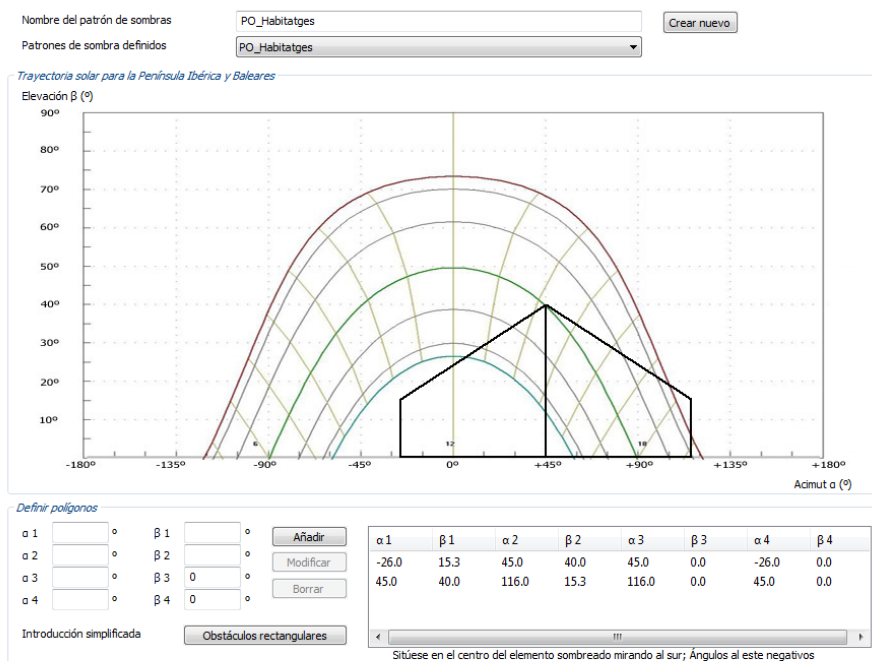


Figura 14. Patró d'ombres PO\_Habitages en el CE<sup>3</sup>X.

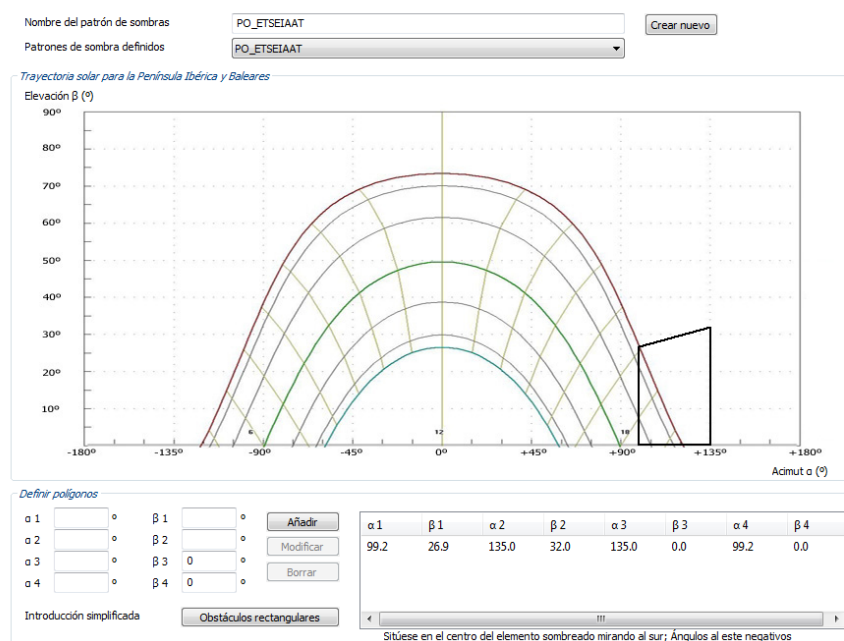


Figura 15. Patró d'ombres PO\_ETSEIAT en el CE<sup>3</sup>X.

Els altres dos patrons introduïts en la modelització de l'edifici TR2, es poden observar a les figures 16 i 17. El primer correspon a la façana F\_NO\_2 que s'ha modelitzat tot i pertànyer al mateix edifici TR2, aquest fet es deu al seu comportament d'obstacle sobre la façana F\_SO del mateix edifici TR2. El segons correspon a l'edifici TR1 de l'Escola Universitària d'Enginyeria Tècnica Industrial de Terrassa (EUETIT) que projecta la seva ombra sobre la façana F\_SE\_1 de l'edifici TR2.

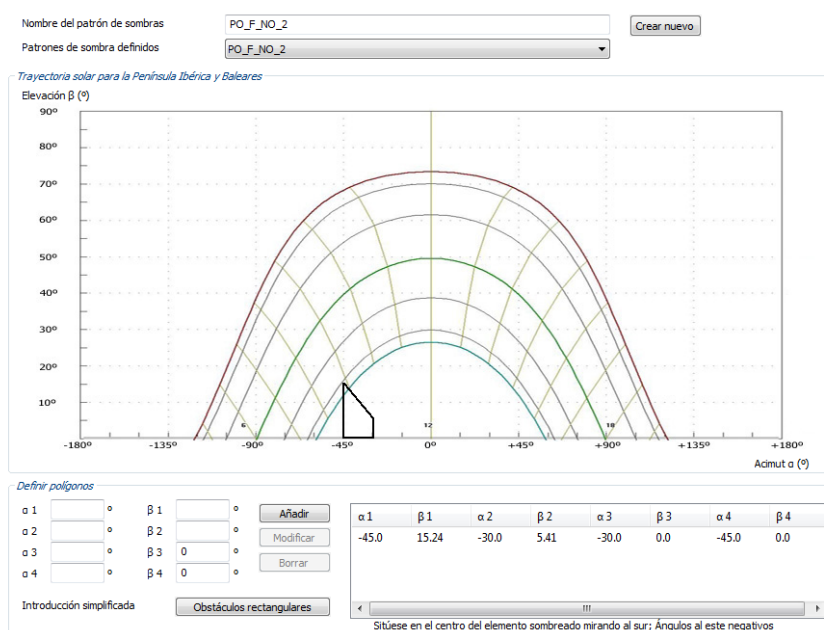


Figura 16. Patró d'ombres PO\_F\_NO\_2 en el CE<sup>3</sup>X.

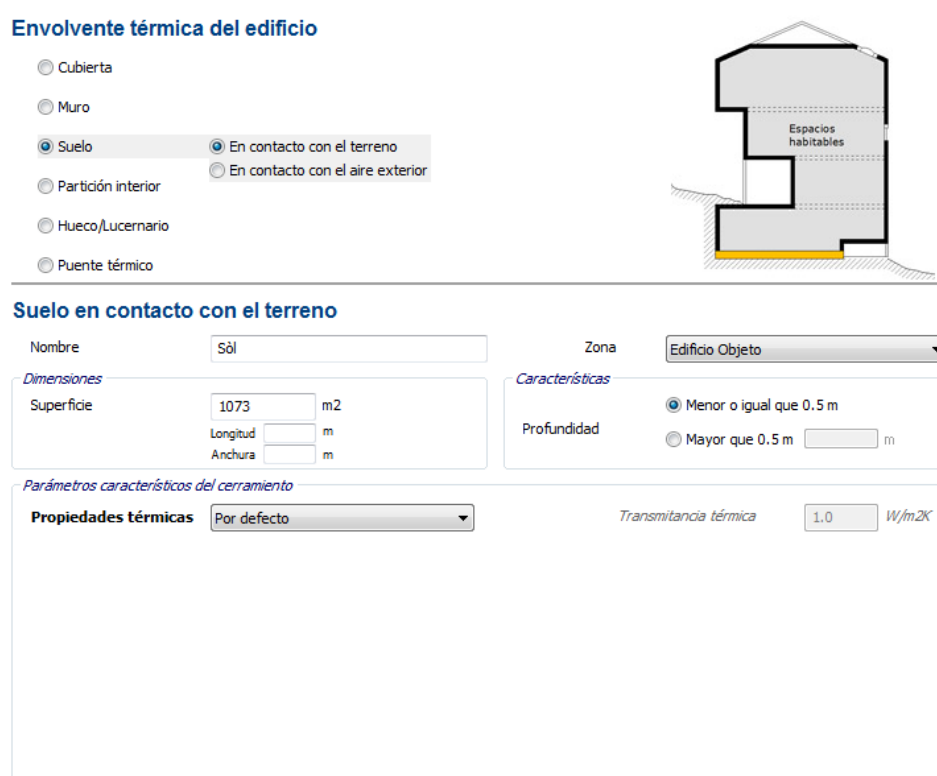


Figura 17. Patró d'ombres PO\_TR1 en el CE<sup>3</sup>X.

### 7.3.4 Sòls

En el cas de l'edifici estudiat, s'ha modelitzat un únic bloc de superfície  $1073 \text{ m}^2$  i s'ha considerat com a sòl en contacte amb el terreny. Coincideix amb la superfície de la coberta tot i la inclinació que aquesta presenta. Aquest fet es deu a la poca pendent que té la coberta.

El programa considera per defecte que la profunditat del sòl és de  $0,5 \text{ m}$  i, com a conseqüència de la manca d'informació respecte a l'edifici TR2, s'ha optat per respectar el valor que el programa considera per defecte. Així mateix s'ha fet amb l'aïllament del sòl. En la figura 18 es mostra la modelització del sòl amb el programa CE<sup>3</sup>X, en el que s'observen totes les dades introduïdes.



**Envolvente térmica del edificio**

- ☐ Cubierta
- ☐ Muro
- ☒ Suelo
  - ☒ En contacto con el terreno
  - ☐ En contacto con el aire exterior
- ☐ Partición interior
- ☐ Hueco/Lucernario
- ☐ Puente térmico

**Suelo en contacto con el terreno**

Nombre:  Zona:

**Dimensiones**

Superficie:   $\text{m}^2$   
Longitud:  m  
Anchura:  m

**Características**

Profundidad: ☒ Menor o igual que  $0,5 \text{ m}$   
☐ Mayor que  $0,5 \text{ m}$   m

**Parámetros característicos del cerramiento**

**Propiedades térmicas**  Transmisión térmica:   $\text{W/m}^2\text{K}$

Figura 18. Finestra d'introducció del sòl del TR2 en el CE<sup>3</sup>X.

### 7.3.5 Particions interior

S'han dut a terme varies particions interiors en l'edifici estudiat, tant verticals com horitzontals. Per l'obtenció de les superfícies s'han utilitzat els plànols facilitats pel Server d'Obres i Manteniment. Les transmissàncies tèrmiques de les particions interiors s'han determinat per defecte, degut a la manca de més informació al respecte.

S'ha fet una partició interior vertical per separar l'edifici TR2 del TR1 de superfície  $95 \text{ m}^2$  i anomenada PI\_V1. A més, se n'ha definit una altra per separar el TR2 del TR3, que s'ha anomenat PI\_V2 i de superfície  $99 \text{ m}^2$ .

A part, també s'ha introduït una partició interior horitzontal per separar tota la planta superior de l'edifici amb l'espai sota la coberta que no és habitable. Aquesta superfície és de  $1073 \text{ m}^2$  i s'ha anomenat PI\_H. Aquesta última modelització es pot observar a la figura 19.

**Envolvente tèrmica del edifici**

☐ Cubierta  
☐ Muro  
☐ Suelo  
☒ Partición interior  
    ☐ Vertical  
    ☒ Horizontal en contacto con espacio NH superior  
    ☐ Horizontal en contacto con espacio NH inferior  
☐ Hueco/Lucernario  
☐ Puente térmico



**Partición interior horizontal en contacto con espacio NH superior**

Nombre:  Zona:

**Parámetros generales**

Superficie de la partición:   $\text{m}^2$

Tipo de espacio no habitable:



**Parámetros característicos para el cálculo de la U global**

Propiedades térmicas: **Uglobal**  Transmisión térmica:   $\text{W/m}^2\text{K}$

Figura 19. Finestra d'introducció de la partició horitzontal del TR2 en el CE<sup>3</sup>X.

### 7.3.6 Buits i claraboies

En aquest apartat, s'indiquen els valors utilitzats en la modelització dels buits, és a dir finestres i portes. En el cas de l'edifici estudiat no hi ha claraboies. Hi ha un gran nombre de finestres al llarg de tot l'edifici, arribant a modelitzar un total de 19 finestres i 3 portes diferents.

En la taula 3 hi ha el conjunt de buits modelitzats, juntament amb nom, façana a la que es troben associats, superfície, percentatge de marc i multiplicador de cada buit.

Nom Buit	Façana	Superfície [m <sup>2</sup> ]	% Marc	Multiplicador
F1	F_NO_1	3,11	17	6
F2	F_NO_1	2,36	20	6
F1_1	F_NO_2	3,11	17	2
F3	F_NO_2	2,83	17	1
F4	F_NO_2	2,83	15	2
P1	F_NO_2	4,96	0	1
F3_1	F_SE_1	2,83	17	1
F4_1	F_SE_1	2,83	15	2
F5	F_SE_1	3,11	15	2
F6	F_SE_1	1,65	17	1
P2	F_SE_1	5,90	0	1
F7	F_SE_2	3,02	20	6
F1_2	F_SE_2	3,11	17	6
F1_3	F_NE	3,11	17	24
F8	F_NE	2,35	20	20
F9	F_NE	1,78	20	2
F10	F_NE	1,56	20	4
P3	F_SO	9,03	0	2
F11	F_SO	9,03	10	1
F12	F_SO	5,28	17	17
F13	F_SO	3,96	15	2
F14	F_SO	3,15	15	18

Taula 3. Modelització dels buits de l'edifici TR2.






Tots els buits tenen vidre simple sense dispositius de protecció solar. En canvi, difereixen en el tipus i el percentatge de marc. Totes les finestres, a excepció d'una, tenen marc de fusta verda sense aïllament.






A partir d'aquestes dades conegudes, s'ha estimat l'absortivitat del marc i les propietats tèrmiques dels buits. La permeabilitat dels buits s'ha considerat poc estanc. S'ha assignat a cadascun dels buits el patró d'ombres corresponent segons la façana a la que es troben associats. A més, s'ha assignat un retranqueig de 30 cm a cada un dels buits de l'edifici, a excepció del F11 que el té de 18 cm.

Els buits situats a les façanes F\_NO\_1, F\_NE i F\_SE\_2 tenen una petita reixa reticular però, després de deliberar amb el Servei d'Obres s'ha acordat no tenir-ho en compte en el càlcul del percentatge de marc, ja que només té caràcter de seguretat.






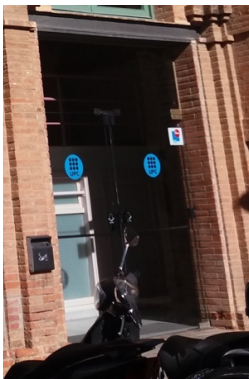
En les següents taules es poden observar les imatges associada a cadascun dels buits que s'han modelitzat juntament amb la imatge de la façana corresponent.

Nom	Imatge associada	Façana associada	Imatge associada
F1		F_NO_1	
F2		F_NO_1	

Taula 4. Assignació dels buits façana F\_NO\_1 de l'edifici TR2.

Nom	Imatge associada	Façana associada	Imatge associada
F1_1		F_NO_2	
F3		F_NO_2	
F4		F_NO_2	
P1		F_NO_2	

Taula 5. Assignació dels buits façana F\_NO\_2 de l'edifici TR2.

Nom	Imatge associada	Façana associada	Imatge associada
F3_1		F_SE_1	
F4_1		F_SE_1	
F5		F_SE_1	
F6		F_SE_1	
P2		F_SE_1	




Taula 6. Assignació dels buits façana F\_SE\_1 de l'edifici TR2.






Nom	Imatge associada	Façana associada	Imatge associada
F7		F_SE_2	
F1_2		F_SE_2	





Taula 7. Assignació dels buits façana F\_SE\_2 de l'edifici TR2.

Nom	Imatge associada	Façana associada	Imatge associada
F1_3		F_NE	
F8		F_NE	

F9		F_NE	
F10		F_NE	

Taula 8. Assignació dels buits façana F\_NE de l'edifici TR2.

Nom	Imatge associada	Façana associada	Imatge associada
P3		F_SO	
F11		F_SO	

F12		F_SO	
F13		F_SO	
F14		F_SO	

Taula 9. Assignació dels buits façana F\_SO de l'edifici TR2.

### 7.3.7 Ponts tèrmics

Els ponts tèrmics són les parts de l'envolupant tèrmica on hi ha discontinuïtats tèrmiques, poden ser degudes a canvis d'espessors i materials, entre altres. En el cas de l'edifici modelitzat, i com a conseqüència dels trets que el caracteritzen, s'han considerat sis ponts tèrmics. Aquests són pilar integrat a la façana, pilar a la cantonada, contorn de buit, trobada de façana amb forjat, trobada de façana amb coberta i trobada de façana amb solera.

Els ponts tèrmics considerats, s'han definit a partir dels valors que utilitza el programa per defecte.

## 7.4 Instal·lacions

Les dades introduïdes en el programa referents a les instal·lacions de l'edifici han estat proporcionades pel Servei d'Obres i Manteniment de Terrassa (SOMT) i s'han obtingut mitjançant estimacions de funcionament. Les dades desconegudes s'han introduït pel programa com a dades per defecte.

En els següents subapartats es descriuen les diferents instal·lacions existents en l'edifici.

### 7.4.1 Equip d'ACS

L'edifici no consta d'equip d'ACS i per tant, en el programa no s'ha introduït cap litre d'aigua.

### 7.4.2 Equip de calefacció

El TR2 no té cap caldera pròpia, sinó que utilitza les calderes instal·lades en l'edifici principal de l'Escola Universitària d'Enginyeria Tècnica Industrial de Terrassa, el TR1. Aquestes calderes donen servei als tres edificis de l'EUETIT i la seva instal·lació data del 1972. Ambdues funcionen amb gas natural i tenen una potència nominal de 882 kW i 812 kW respectivament podent funcionar alhora. Per tant, en el programa CE<sup>3</sup>X, s'ha considerat que la caldera en funcionament correspon a la suma de les dues caldera.

Després de deliberar amb el Servei d'Obres i Manteniment, s'ha considerat que el rendiment de combustió és d'un 85%, ja que és una Standard. El rendiment estacional s'ha estimat segons instal·lació i s'ha considerat que té un 100% de la demanda coberta. La càrrega mitjana també s'ha obtingut per estimació.

En la figura 20 es pot observar el sistema de control automatitzat del que disposa el SOMT per l'equip de calefacció. Cal destacar que l'equip de calefacció del TR2 disposa de dues bombes detallades en l'apartat 7.4.6.

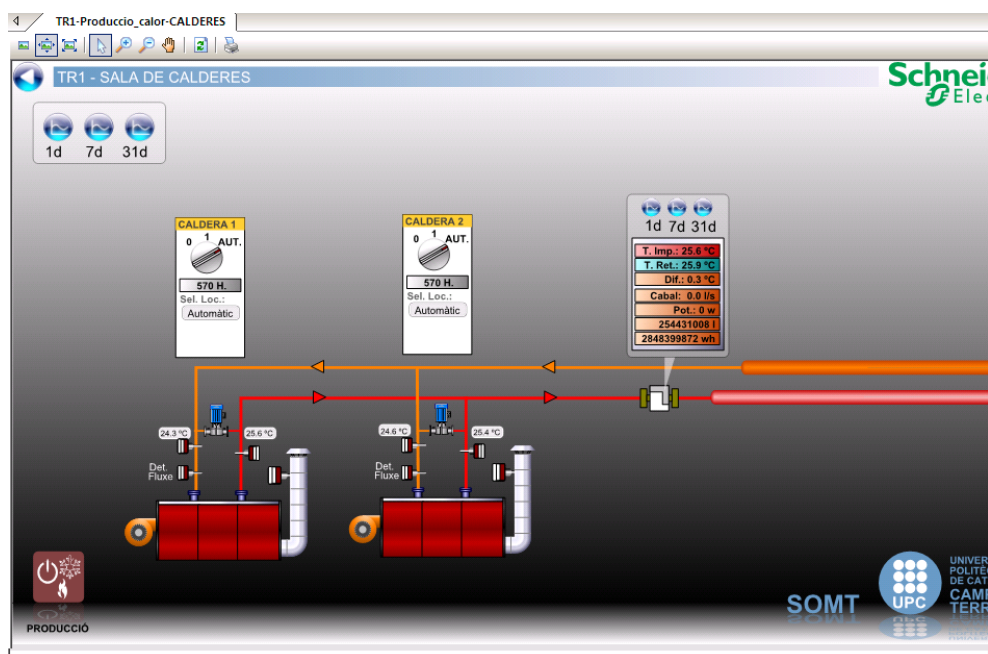


Figura 20. Control automatitzat de les calderes de l'edifici TR2.

Es tracta d'unes calderes antigues i com a conseqüència s'ha considerat que tenen un mal aïllament. L'equip de calefacció està subjecte a la demanda de l'edifici en funció de la temperatura interior i exterior. En la figura 21 es poden observar les dades introduïdes utilitzades per modelitzar l'equip de calefacció.

#### Instalaciones del edificio

- ☐ Equipo de ACS
- ☒ Equipo de sólo calefacción
- ☐ Equipo de sólo refrigeración
- ☐ Equipo de calefacción y refrigeración
- ☐ Equipo mixto de calefacción y ACS
- ☐ Equipo mixto de calefacción, refrigeración y ACS
- ☐ Contribuciones energéticas
- ☐ Equipos de iluminación
- ☐ Equipos de aire primario
- ☐ Ventiladores
- ☐ Equipos de bombeo
- ☐ Torres de refrigeración

#### Equipo de sólo calefacción

Nombre	Equip calefacció	Zona	Edificio Objeto
<b>Características</b>		<b>Demanda cubierta</b>	
Tipo de generador	Caldera Estándar	Superficie (m2)	2545.91
Tipo de combustible	Gas Natural	Porcentaje (%)	100
<b>Rendimiento medio estacional</b>		<b>Rendimiento medio estacional</b>	
Rendimiento estacional	Estimado según Instalación	Rendimiento medio estacional	77.1 %
Potencia nominal	1694 kW		
Carga media real β <sub>comb</sub>	0.2	Aislamiento de la caldera	Antigua con mal aislamiento
Rendimiento de combustión	85 %		

Figura 21. Modelització de l'equip de calefacció de l'edifici TR2.



### 7.4.3 Equip de refrigeració

L'equip de refrigeració consta d'una refredadora elèctrica instal·lada a la coberta de l'edifici TR1 que també dona servei als tres edificis de l'Escola Universitària d'Enginyeria Tècnica Industrial de Terrassa (EUETIT). A més, hi ha nou splits instal·lats al llarg de l'edifici i que, per tant, també s'han de modelitzar com a equip de refrigeració. Entre ambdós equips es cobreix el 100% de la superfície útil del TR2.

La refredadora és una York YCSA-120-TP-380T amb una potència elèctrica de 43,5kW de més de 10 anys d'antiguitat i un rendiment nominal, acordat amb el Servei d'Obres i Manteniment, del 150%. Consta de tres bombes cadascuna de les quals lligada a una planta en concret, tal i com es pot observar a la figura 22. La modelització d'aquestes bombes es troba descrita a l'apartat 7.4.6.

El seu rendiment estacional s'ha obtingut per estimació segons instal·lació i s'ha determinat que cobreix un 90,15% de superfície de l'edifici, ja que 250,67 m<sup>2</sup> dels 2.545,91 m<sup>2</sup> de superfície útil estan coberts per un conjunt de nou splits. Aquests últims estan considerats a continuació, en aquest mateix apartat.

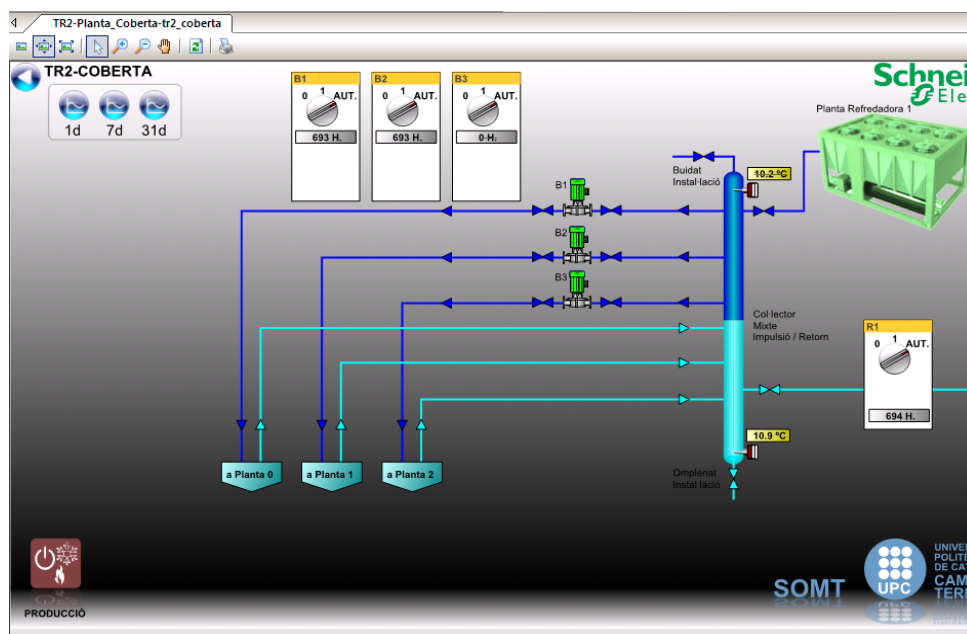


Figura 22. Control automatitzat de l'equip de refrigeració de l'edifici TR2.

Tanmateix, en la figura 23 es poden observar les dades introduïdes de la refredadora per tal de modelitzar-la en el programa CE<sup>3</sup>X.

### Instalaciones del edificio

- ☐ Equipo de ACS
- ☐ Equipo de sólo calefacción
- ☒ Equipo de sólo refrigeración
- ☐ Equipo de calefacción y refrigeración
- ☐ Equipo mixto de calefacción y ACS
- ☐ Equipo mixto de calefacción, refrigeración y ACS
- ☐ Contribuciones energéticas
- ☐ Equipos de iluminación
- ☐ Equipos de aire primario
- ☐ Ventiladores
- ☐ Equipos de bombeo
- ☐ Torres de refrigeración

### Equipo de sólo refrigeración

Nombre	Refreradora	Zona	Edificio Objeto
<b>Características</b>		<b>Demanda cubierta</b>	
Tipo de generador	Maquina frigorifica	Superficie (m2)	Refrigeración 2295.14
Tipo de combustible	Electricidad	Porcentaje (%)	90.15
<b>Rendimiento medio estacional</b>		<b>Rendimiento medio estacional</b>	
Rendimiento estacional	Estimado según Instalación	110.3 %	
Antigüedad del equipo	Más de 10 años	<input type="checkbox"/> ¿Existen varios generadores escalonados?	
Rendimiento nominal	150.0 %		
Características bomba de calor	Aire-Aire		

Figura 23. Modelització de l'equip de refrigeració de l'edifici TR2.

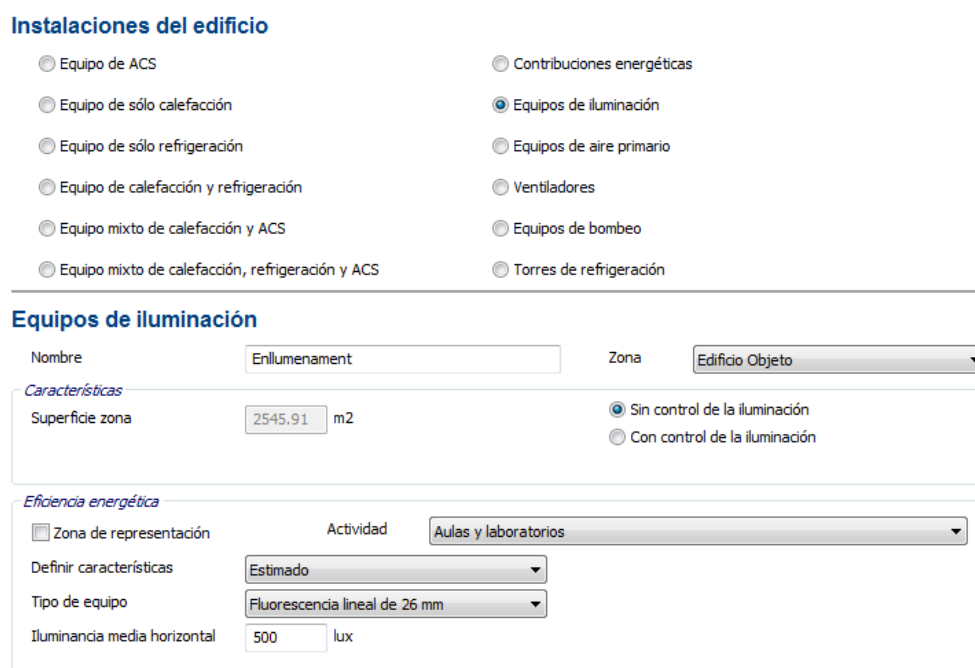
Per altra banda, hi ha els nou splits que donen servei a un 9,85% de la superfície útil de l'edifici. S'han considerat com a bombes de calor amb un rendiment nominal del 150%, per refrigeració i una antiguitat de menys de 5 anys. El rendiment estacional també s'ha obtingut per estimació segons instal·lació. En la figura 24, es poden observar les dades introduïdes per tal de definir aquest equip de refrigeració.

<b>Instalaciones del edificio</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li><input type="radio"/> Equipo de ACS</li> <li><input type="radio"/> Equipo de sólo calefacción</li> <li><input checked="" type="radio"/> Equipo de sólo refrigeración</li> <li><input type="radio"/> Equipo de calefacción y refrigeración</li> <li><input type="radio"/> Equipo mixto de calefacción y ACS</li> <li><input type="radio"/> Equipo mixto de calefacción, refrigeración y ACS</li> <li><input type="radio"/> Contribuciones energéticas</li> <li><input type="radio"/> Equipos de iluminación</li> <li><input type="radio"/> Equipos de aire primario</li> <li><input type="radio"/> Ventiladores</li> <li><input type="radio"/> Equipos de bombeo</li> <li><input type="radio"/> Torres de refrigeración</li> </ul>			
<b>Equipo de sólo refrigeración</b>			
Nombre	Splits refrigeració	Zona	Edificio Objeto
<b>Características</b>		<b>Demanda cubierta</b>	
Tipo de generador	Maquina frigorifica	Superficie (m2)	Refrigeración 250.77
Tipo de combustible	Electricidad	Porcentaje (%)	9.85
<b>Rendimiento medio estacional</b>		<b>Rendimiento medio estacional</b>	
Rendimiento estacional	Estimado según Instalación	122.6 %	
Antigüedad del equipo	Menos de 5 años	<input type="checkbox"/> ¿Existen varios generadores escalonados?	
Rendimiento nominal	150.0 %		
Características bomba de calor	Aire-Agua		

Figura 24. Modelització dels splits de l'edifici TR2.

#### 7.4.4 Equip d'enllumenament

S'ha considerat, juntament amb el Servei d'Obres i Manteniment, com a dada estimada a partir de la introducció de fluorescència lineal de 26 mm en el programa de certificació energètica CE<sup>3</sup>X.



**Instalaciones del edificio**

- ☐ Equipo de ACS
- ☐ Equipo de sólo calefacción
- ☐ Equipo de sólo refrigeración
- ☐ Equipo de calefacción y refrigeración
- ☐ Equipo mixto de calefacción y ACS
- ☐ Equipo mixto de calefacción, refrigeración y ACS
- ☐ Contribuciones energéticas
- ☒ Equipos de iluminación
- ☐ Equipos de aire primario
- ☐ Ventiladores
- ☐ Equipos de bombeo
- ☐ Torres de refrigeración

**Equipos de iluminación**

Nombre:  Zona:

**Características**

Superficie zona:  m2

☒ Sin control de la iluminación  
☐ Con control de la iluminación

**Eficiencia energética**

☐ Zona de representación Actividad:

Definir características:

Tipo de equipo:

Iluminancia media horizontal:  lux

Figura 25. Modelització de l'equip d'enllumenament de l'edifici TR2.

Com es pot observar a la figura 25, s'ha optant per un perfil d'activitat d'aules i laboratoris sense control de la il·luminació, és a dir sense cap dispositiu de regulació de la il·luminació pel nivell d'il·luminació natural. L'elecció d'aquest perfil d'activitat influeix canviant els valor de l'escala de la certificació energètica.

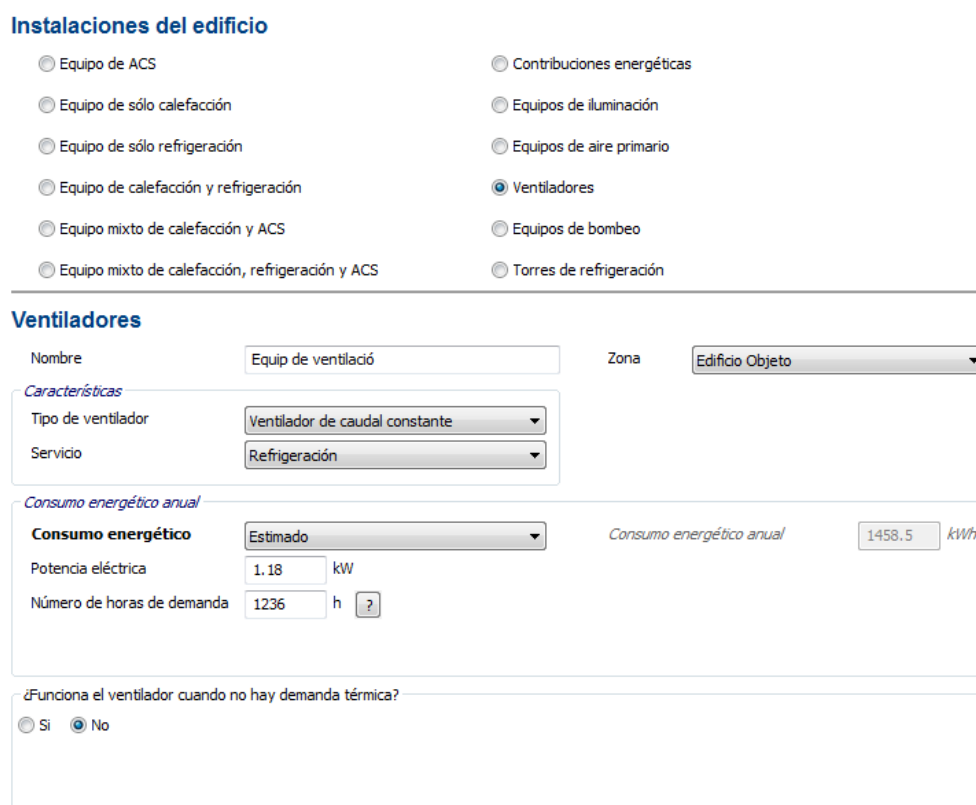
Per últim, el valor de la luminància mitja horitzontal no s'ha modificat, així doncs, s'utilitza el valor que utilitza el programa per defecte.

### 7.4.5 Equip de ventilació

En aquest apartat s'ha de tenir en compte com a equip de ventilació un conjunt de 49 fancoils que només donen servei de refrigeració. A partir de les fitxes tècniques dels més nombrosos i extrapolant a els demés, s'ha determinat que la potència elèctrica dels fancoils instal·lats és de 1,18 kW i cabal constant.

Les hores de funcionament de calor s'han obtingut per estimacions realitzades pel Servei d'Obres i Manteniment i s'ha determinat que és de 1.236 hores de fred. Per tant, el consum energètic anual de l'equip de ventilació és de 1.458,48 kWh.

En la següent figura es poden observar els valors introduïts per modelitzar l'equip de ventilació en el programa CE<sup>3</sup>X.



**Instalaciones del edificio**

- ☐ Equipo de ACS
- ☐ Equipo de sólo calefacción
- ☐ Equipo de sólo refrigeración
- ☐ Equipo de calefacción y refrigeración
- ☐ Equipo mixto de calefacción y ACS
- ☐ Equipo mixto de calefacción, refrigeración y ACS
- ☐ Contribuciones energéticas
- ☐ Equipos de iluminación
- ☐ Equipos de aire primario
- ☒ Ventiladores
- ☐ Equipos de bombeo
- ☐ Torres de refrigeración

**Ventiladores**

Nombre: Equip de ventilació      Zona: Edificio Objeto

**Características**

Tipo de ventilador: Ventilador de caudal constante

Servicio: Refrigeración

**Consumo energético anual**

Consumo energético: Estimado      Consumo energético anual: 1458.5 kWh

Potencia eléctrica: 1.18 kW

Número de horas de demanda: 1236 h

¿Funciona el ventilador cuando no hay demanda térmica?

☐ Si    ☒ No

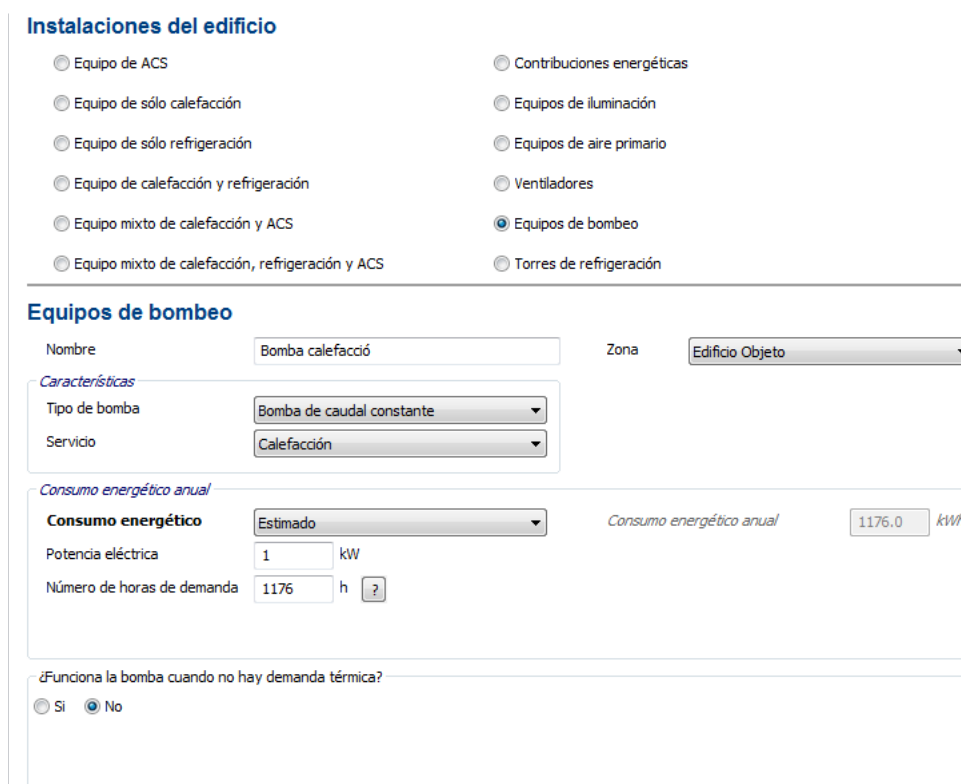
Figura 26. Modelització de l'equip de ventilació de l'edifici TR2.

#### 7.4.6 Equip de bombeig

L'equip de calefacció consta de dos bombes destinades a l'edifici TR2 i la refredadora en consta de tres, una per a cada planta dels edificis que formen l'Escola Universitària d'Enginyeria Tècnica Industrial de Terrassa (EUETIT).

Les dues bombes de calefacció són de 0,54 kW i 0,46 kW i, donat que no funcionen alhora, s'ha escollit modelitzar la que té una major potència. Pel que fa a les bombes de refrigeració, tenen 3,7 kW les tres juntes i poden funcionar alhora. Per tant, es modelitza aquesta suma de la potència de les tres bombes.

S'ha considerat que totes elles són de cabal constant i el consum energètic s'ha estimat a partir de la potència elèctrica i el número d'hores de demanda. En cap cas funcionen si no és sota demanda. En la figura 27 es poden observar les dades introduïdes en el programa CE<sup>3</sup>X en referència a l'equip de bombeig de les calderes. S'ha seguit el mateix procediment descrit per modelitzar les tres bombes de la refredadora però les hores de demanda canvien a 1.236 enlloc de les 1.176 hores de calor.



**Instalaciones del edificio**

- ☐ Equipo de ACS
- ☐ Equipo de sólo calefacción
- ☐ Equipo de sólo refrigeración
- ☐ Equipo de calefacción y refrigeración
- ☐ Equipo mixto de calefacción y ACS
- ☐ Equipo mixto de calefacción, refrigeración y ACS
- ☐ Contribuciones energéticas
- ☐ Equipos de iluminación
- ☐ Equipos de aire primario
- ☐ Ventiladores
- ☒ Equipos de bombeo
- ☐ Torres de refrigeración

**Equipos de bombeo**

Nombre: Bomba calefacción Zona: Edificio Objeto

**Características**

Tipo de bomba: Bomba de caudal constante

Servicio: Calefacción

**Consumo energético anual**

Consumo energético: Estimado Consumo energético anual: 1176.0 kWh

Potencia eléctrica: 1 kW

Número de horas de demanda: 1176 h

¿Funciona la bomba cuando no hay demanda térmica?

☐ Si ☒ No

Figura 27. Modelització de l'equip de bombeig de calefacció de l'edifici TR2.

## 7.5 Qualificació energètica

Després de modelitzar l'edifici TR2 en el programa CE<sup>3</sup>X, aquest permet obtenir els resultats de la qualificació energètica i un informe de certificació, inclòs en l'annex VI.

En referència a la qualificació energètica obtinguda, l'edifici a obtingut una qualificació C que correspon a un valor de 64,33 kgCO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>·any que correspon a un consum d'energia primària de 288,34 kWh/any.m<sup>2</sup>. En la figura 28 es mostra aquesta qualificació energètica, juntament amb les qualificacions parcials tant de la demanda de calefacció i refrigeració com de les emissions de calefacció, refrigeració, il·luminació i ACS, tot i que aquest últim valor és nul.

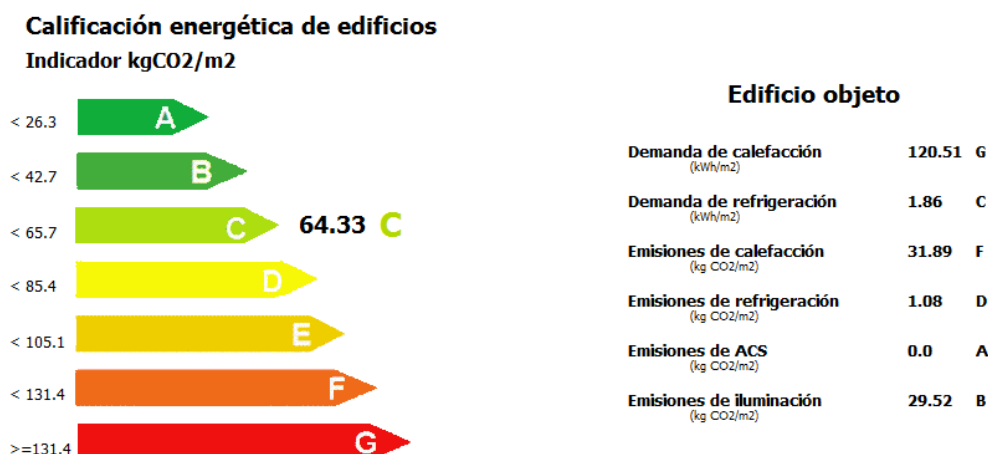


Figura 28. Qualificació energètica de l'edifici TR2 mètode exhaustiu.

A partir dels indicadors parcials de la figura anterior, s'evidencia que l'equip menys eficient és l'equip de calefacció amb una qualificació G, la pitjor que podria haver obtingut. Per una altra banda, l'equip més eficient és el d'il·luminació amb una B, sense tenir en compte l'equip d'ACS que no s'ha analitzat, donat que l'edifici no l'utilitza. L'equip de refrigeració es troba en un terme mitja entre l'eficiència de la calefacció i la il·luminació, obtenint una bona qualificació.

Per tant, després d'analitzar aquestes dades, s'observa que indiscutiblement s'hauria de prioritzar la millora de la eficiència energètica de l'equip de calefacció, donada la seva baixa qualificació respecte als altres equips i la seves elevades emissions de CO<sub>2</sub>.

## 8 Certificació simplificada

En aquest apartat es detallen tots els aspectes importants en la certificació simplificada de l'edifici TR2. Aquest tipus de certificació consisteix en una modelització total per defecte, és a dir que es basa en els valors que defineix el programa CE<sup>3</sup>X a partir de la normativa d'edificació introduïda a les dades generals. D'aquesta manera, es pot certificar l'edifici amb una considerable disminució de temps i dedicació.

No s'inclouen ni l'apartat de dades administratives i el de dades generals, ja que coincideixen amb aquests mateixos apartats descrits en la certificació exhaustiva. Per aquest mateix motiu només s'ha inclòs l'apartat de l'envolupant tèrmica.

El procediment a seguir per dur a terme la certificació simplificada és el mateix que s'ha utilitzat per la certificació exhaustiva i, per tant, es procedeix a no repetir-ho.

### 8.1 Envolupant tèrmica

S'ha modelitzat l'edifici tal i com s'ha fet a la certificació exhaustiva. La diferència amb la certificació simplificada és la definició de les propietats tèrmiques dels elements que formen part de l'envolupant tèrmica. Així, les mesures preses, els murs, el sòl, la coberta, les particions interior i els buits no s'han modificat estructuralment, però sí que ho han fet les seves transmissibilitats tèrmiques, ja que a diferència de la certificació exhaustiva aquests valors s'han obtingut per defecte. Tanmateix, els materials obtinguts a partir de llibreries passen a obtenir-se per defecte.

La modelització dels buits no ha patit variacions respecte a la certificació exhaustiva ja que es considera que la manera més senzilla d'estimar les seves propietats tèrmiques és a partir del tipus de vidre i marc. No s'ha deixat de tenir en compte ni el dispositiu de protecció solar ni el patró d'ombres de la façana a la que es troben associats.

Pel que fa als patrons d'ombres i els ponts tèrmics, no hi ha variacions respecte a la certificació exhaustiva, ja que ambdós s'han obtingut per mètodes simplificats i amb valors per defecte, respectivament.

## 8.2 Qualificació energètica

Després de modelitzar l'edifici TR2 en el programa CE<sup>3</sup>X, aquest permet obtenir els resultats de la qualificació energètica i un informe de certificació, inclòs en l'annex VII.

En referència a la qualificació energètica obtinguda amb la certificació simplificada, l'edifici també a obtingut una qualificació C que en aquest cas correspon a un valor de 64,69 kgCO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>·any que correspon a un consum d'energia primària de 289,73 kWh/any·m<sup>2</sup>. En la figura 29 es mostra aquesta qualificació energètica, com en el cas anterior, juntament amb les qualificacions parcials de tant de la demanda de calefacció i refrigeració com de les emissions de calefacció, refrigeració, il·luminació i ACS, tot i que aquest últim valor és nul.

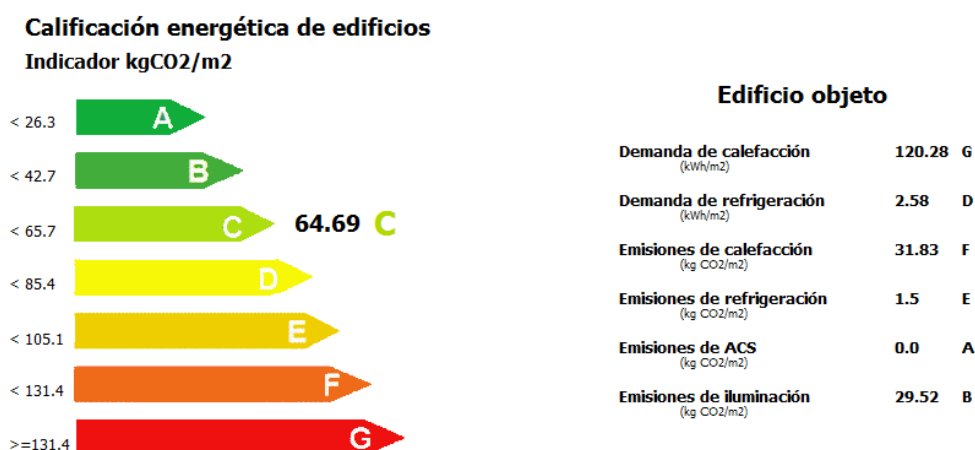


Figura 29. Qualificació energètica de l'edifici TR2 mètode simplificat.

A partir de la qualificació obtinguda i dels indicadors parcials de la figura anterior, s'evidencia un empitjorament en l'eficiència energètica de l'edifici, tot i que no és un valor alarmant. Coincidint amb certificació exhaustiva, l'equip de calefacció segueix sent el que presenta una eficiència més baixa i una qualificació de G, la pitjor valoració que comprèn l'escala de qualificació energètica. Tanmateix, l'equip d'il·luminació segueix tenint la millor qualificació amb una B. Cal recordar que l'equip d'ACS no s'ha analitzat malgrat que apareix en la figura 29.

Conseqüentment, s'hauria de prioritzar la millora de la eficiència energètica de l'equip de calefacció, donada la seva baixa qualificació respecte als altres equips i la seves elevades emissions de CO<sub>2</sub>.



## 9 Certificació monitoritzada

Per a dur a terme la certificació monitoritzada del TR2 s'han consultat les dades facilitades pel Sistema d'Informació dels Recursos Energètics i Aigua de la UPC (SIRENA). Les dades dels consums obtinguts a partir d'aquesta plataforma fan referència a energia secundària consumida per l'Escola Universitària d'Enginyeria Tècnica Industrial de Terrassa (EUETIT) al llarg del 2014. En els següents apartats es procedeix a detallar tant el consum d'electricitat com el consum de gas.

### 9.1 Consum d'electricitat

Donat que les dades proporcionades per la plataforma SIRENA fan referència al conjunt dels tres edificis de l'Escola Universitària d'Enginyeria Tècnica Industrial de Terrassa (EUETIT), s'ha estimat el consum corresponent al TR2 en concret. Amb aquest propòsit, s'ha estimat que el consum del TR2 respecte l'EUETIT es correspon a la proporció de la seva superfície útil respecte la total dels tres edificis. Així doncs, s'ha considerat que l'edifici TR2 consumeix un 23,93% del total indicat per la plataforma SIRENA.

Ambdós consums, dels tres edificis i del TR2, es troben representats en la figura 30, on es pot observar una certa regularitat del consum elèctric al llarg de l'any a excepció del mes d'agost i febrer en que l'edifici disminueix la seva activitat. A la taula 10 es detalla el consum elèctric de cada mes.

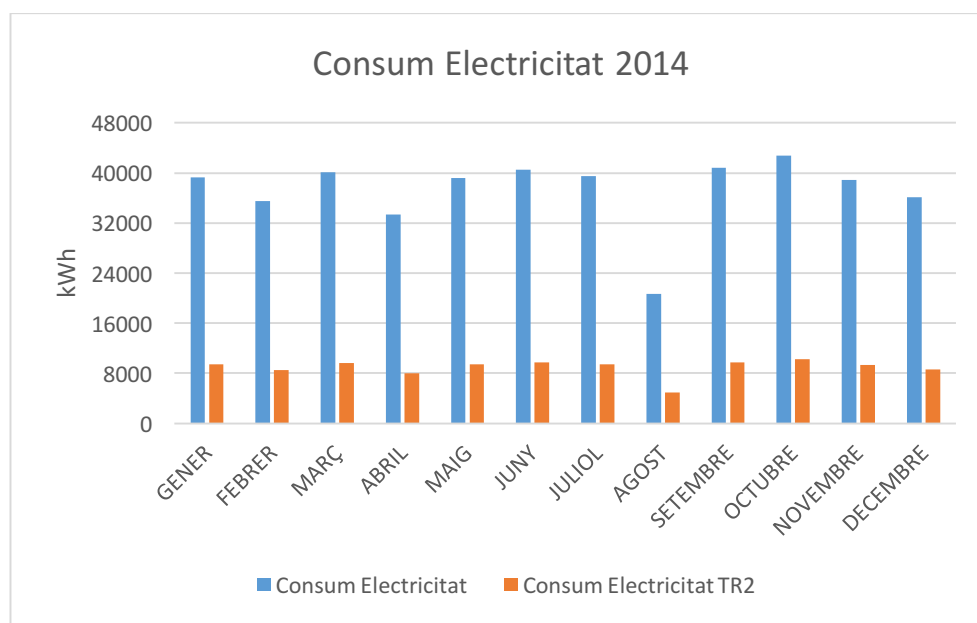


Figura 30. Consum elèctric del TR2.

Dins del consum elèctric estan inclosos els consums de l'equip de refrigeració, d'enllumenament, de ventilació i de bombeig.

Mes 2014	Consum Electricitat [kWh]	Consum Electricitat TR2 [kWh]
GENER	39.293,59	9.402,96
FEBRER	35.522,97	8.500,65
MARÇ	40.108,79	9.598,03
ABRIL	33.358,50	7.982,69
MAIG	39.166,88	9.372,63
JUNY	40.540,88	9.701,43
JULIOL	39.479,52	9.447,45
AGOST	20.725,13	4.959,52
SETEMBRE	40.872,19	9.780,72
OCTUBRE	42.754,19	10.231,08
NOVEMBRE	38.920,88	9.313,77
DECEMBRE	36.107,06	8.640,42
<b>TOTAL 2014</b>	<b>446.850,58</b>	<b>106.931,34</b>

Taula 10. Consum mensual d'electricitat de l'edifici TR2.

## 9.2 Consum de gas

Donat que, en aquests cas, les dades proporcionades per la plataforma SIRENA també fan referència al conjunt dels tres edificis de l'Escola Universitària d'Enginyeria Tècnica Industrial de Terrassa (EUETIT), s'ha estimat el consum corresponent al TR2 en concret. Com s'ha detallat a l'apartat anterior, s'ha considerat que l'edifici TR2 consumeix un 23,93% del total indicat per la plataforma SIRENA.

Ambdós consums, dels tres edificis i del TR2, es troben representats en la figura 31, on es pot observar una forta irregularitat del consum de gas al llarg de l'any. Aquest fet es deu a que el consum de gas fa referència únicament al consum de l'equip de calefacció i, per tant, és durant els mesos de fred quan es produeix aquest consum. A la taula 11 es troben detallats els consums de gas de cada mes i en ella es pot observar com el consum de gas dels mesos de juny, juliol i agost és nul, mentre que indiscutiblement augmenta durant els mesos de més fred.

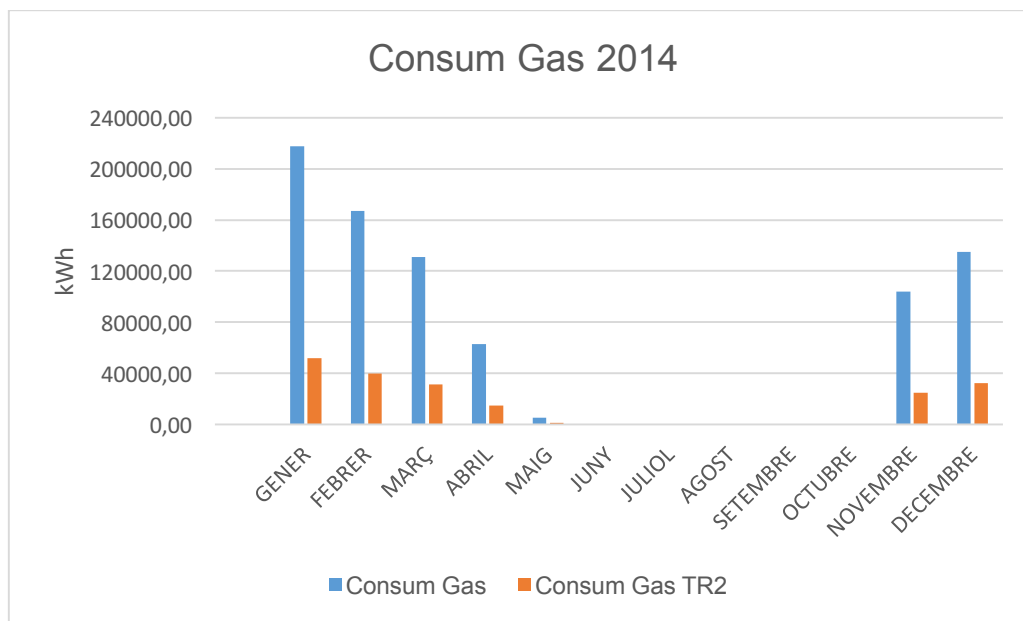


Figura 31. Consum de gas del TR2.

MES 2014	Consum Gas [kWh]	Consum Gas TR2 [kWh]
GENER	217.663,88	52.086,97
FEBRER	167.186,12	40.007,64
MARÇ	130.840,31	31.310,09
ABRIL	62.824,06	15.033,80
MAIG	5.685,63	1.360,57
JUNY	70,50	16,87
JULIOL	0,00	0,00
AGOST	0,00	0,00
SETEMBRE	0,00	0,00
OCTUBRE	47,00	11,25
NOVEMBRE	104.103,63	24.912,00
DECEMBRE	135.198,50	32.353,00
<b>TOTAL 2014</b>	<b>823.619,63</b>	<b>197.092,18</b>

Taula 11. Consum mensual de gas de l'edifici TR2.

### 9.3 Qualificació energètica

Per tal de qualificar energèticament l'edifici TR2 a partir de les dades monitoritzades per la plataforma SIRENA i poder comparar resultats a posteriori, s'ha fet un canvi d'energia secundària a energia primària. Els factors de conversió dels consums d'electricitat i gas del TR2 es mostren a la taula 12, juntament amb els seus valors parcials i totals abans i després del canvi a energia primària, tenint en compte que l'edifici TR2 té una superfície de 2.545,91m<sup>2</sup>.

	Consum Elèctric	Consum Gas
<b>Consum energia secundària [kWh/any]</b>	106.931,34	197.092,18
<b>Consum energia secundària total [kWh/any]</b>	304.023,52	
<b>Consum energia secundària [kWh/any·m<sup>2</sup>]</b>	42,00	77,42
<b>Consum energia secundària total [kWh/any·m<sup>2</sup>]</b>	119,42	
<b>Factor conversió</b>	2,61	1,01
<b>Consum energia primària [kWh/any·m<sup>2</sup>]</b>	109,62	78,19
<b>Consum energia primària total [kWh/any·m<sup>2</sup>]</b>	187,81	

Taula 12. Conversió d'energia secundària a primària.

Pels factors de conversió s'ha consultat a partir d'una resolució conjunta dels *Ministerios de Industria Energía y Turismo, y Ministerio de Fomento*. En electricitat s'ha considerat el valor corresponent a electricitat convencional peninsular i en el cas de gas s'ha pres el valor corresponent a gas natural. Ambdós valors formen part dels valor aprovats per IDAE i en els que s'han tingut en compte les pèrdues de generació i distribució. (12)

A partir del 14 de gener de 2016 entren en vigència uns nous valors aprovats en dit document, la versió del qual data del 20 de juny de 2014. Els valors utilitzats en aquesta certificació passen de ser 2,61 i 1,01 a ser 2,368 i 1,195, respectivament. Aquests últims o s'han tingut en compte en aquest treball, s'han utilitzats els anteriors donat que són els que utilitza el programa CE<sup>3</sup>X en la versió utilitzada. Així a posteriori, la comparació serà més acurada.

En la figura 32 es mostren els valors abans esmentats.

Factores de conversión de energía final a primaria					
	Fuente	Valores aprobados			Valores previos (****)
		kWh E.primaria renovable /kWh E. final	kWh E.primaria no renovable /kWh E. final	kWh E.primaria total /kWh E. final	kWh E.primaria /kWh E. final
Electricidad convencional Nacional	(*)	0,396	2,007	2,403	
Electricidad convencional peninsular	(**)	0,414	1,954	2,368	2,61
Electricidad convencional extrapeninsular	(**)	0,075	2,937	3,011	3,35
Electricidad convencional Baleares	(**)	0,082	2,968	3,049	
Electricidad convencional Canarias	(**)	0,070	2,924	2,994	
Electricidad convencional Ceuta y Melilla	(**)	0,072	2,718	2,790	
Gasóleo calefacción	(***)	0,003	1,179	1,182	1,08
GLP	(***)	0,003	1,201	1,204	1,08
Gas natural	(***)	0,005	1,190	1,195	1,01
Carbón	(***)	0,002	1,082	1,084	1,00
Biomasa no densificada	(***)	1,003	0,034	1,037	
Biomasa densificada (pelets)	(***)	1,028	0,085	1,113	

(\*) Valor obtenido de la Propuesta de Documento Reconocido: **Valores aprobados en Comisión Permanente de Certificación Energética de Edificios de 27 de Junio de 2013, actualizado al periodo considerado.**

(\*\*) Según cálculo del apartado 5 de este documento.

(\*\*\*) Basado en el informe "Well to tank Report, versión 4.0" del Joint Research Institute.

(\*\*\*\*) Valores utilizados, a fecha de redacción del informe, en CALENER, CE3 y CEX según Documento reconocido "Escala de calificación energética para edificios existentes"

Figura 32. Factors de conversió d'energia final a primària. Font: (102)

El consum d'energia primària total de l'edifici TR2 obtingut mitjançant la plataforma SIRENA és de 187,81 kWh/any.m<sup>2</sup>. Aquest valor correspon a una qualificació de C dins l'escala de qualificació energètica que utilitza el programa CE<sup>3</sup>X per qualificar l'edifici. A la figura 33 es pot observar l'interval que comprèn cadascuna de les 7 qualificacions expressades en energia primària.

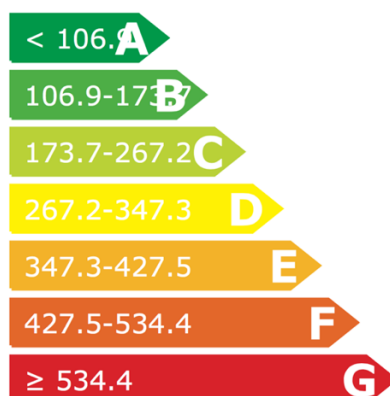


Figura 33. Escala qualificació energètica en energia primària del CE<sup>3</sup>X.

## 10 Comparació de resultats

Després de convertir els resultats de les tres certificacions a unitats de consum d'energia primària es pot procedir a comparar les qualificacions global i parcials d'energia primària. A la taula 13 s'ha fet un recull dels consums globals de les tres certificacions.

Certificació	Consum energia primària total [kWh/any·m <sup>2</sup> ]	Qualificació del consum d'energia primària
Exhaustiva	288,34	D
Simplificada	289,73	D
Monitoritzada	187,81	C

Taula 13. Comparació de les certificacions realitzades.

A priori, s'observa una gran discrepància entre el resultats obtinguts amb el programa CE<sup>3</sup>X i els resultats obtinguts a partir de la plataforma SIRENA. Sent la exhaustiva un 53,53% més elevada que la monitoritzada. En canvi, hi ha una forta similitud entre el resultat de la certificació exhaustiva i la simplificada, sent la segona lleugerament superior a la primera.

Per tal, d'aprofundir en aquests resultats s'ha editat la taula 14, en la que es recullen els consums parcials i totals d'energia primària del TR2.

Certificació	Consums energia primària [kWh/any·m²]		
	Total	Consum Gas	Consum Elèctric Total
Exhaustiva	288,34	157,86	130,48
Simplificada	289,73	157,57	132,16
Monitoritzada	187,81	78,19	109,62

Taula 14. Comparació detallada de les certificacions realitzades.

Cal comentar que, en el cas de la certificació monitoritzada, l'equip d'enllumenament, el de refrigeració, l'equip de ventilació i l'equip de bombeig estan inclosos dins l'anomenat consum elèctric total, mentre que l'equip de calefacció es troba representat pel consum de gas. En el cas de les certificacions realitzades amb el programa de certificació energètica CE<sup>3</sup>X, el consums s'han expressat de la mateixa manera, però el consum elèctric total s'ha obtingut a partir de la resta del consum total i el consum de calefacció. Així, s'ha facilitat la comprensió dels resultats obtinguts.

A partir de la anterior taula es pot observar com gran part de les discrepàncies en els consums totals venen donades per l'equip de calefacció, altrament dit consum de gas en la certificació monitoritzada. Aquest fet es pot explicar com a conseqüència de l'estimació feta pel programa CE<sup>3</sup>X envers al rendiment estacional (77,1%) i a la introducció del valor de la càrrega mitja real per defecte. La certificació monitoritzada demostra com aquests valors no s'ajusten a la realitat, sent el rendiment superior a l'estimat.

Els resultats obtinguts a partir del CE<sup>3</sup>X són d'aproximadament un 20% superior als resultats obtinguts mitjançant les dades dels consums monitoritzats com a conseqüència de la quantitat d'hipòtesis i estimacions assumides.

Per altra banda, s'observa una forta similitud entre les certificacions exhaustiva i simplificada. Aquest fet es deu a la modelització de l'edifici en ambdós casos, ja que la principal i més notable diferència entre ells ha sigut la modelització dels murs de façana.

En la certificació exhaustiva, aquests van ser introduïts com a valors coneguts a partir dels materials que formen aquests murs, mentre que en la simplificada es van introduir per defecte. Aquesta diferència ha comportat una discrepància de 1,39 kWh/any·m<sup>2</sup>, sent lleugerament més acurada la certificació exhaustiva vers la simplificada.

## 11 Aspectes mediambientals

Com s'ha detallat a la justificació d'aquest treball la conscienciació de la humanitat en front al medi ambient ha sigut el principal impulsor de les normatives mediambientals, entre les que es troba la regulació i legislació de les certificacions energètiques. Dites certificacions tenen com a objectiu la millora de l'impacte mediambiental dels edificis, ja que aquests són un dels principals emissors de CO<sub>2</sub>.

Cal recordar que aquest estudi respon al Pla d'Optimització Energètica, el Pla UPC 2020 de Sostenibilitat Energètica impulsat per la Universitat Politècnica de Catalunya, que té com a objectiu assolir una universitat de baixa intensitat energètica i baixa emissió de carboni. Així doncs, aquest treball té un indiscutible rerefons mediambiental.

En aquest treball es plasma el consum energètic de l'edifici TR2 amb l'ajuda del certificat energètic, per tal de fer conèixer la quantitat de CO<sub>2</sub> que s'emet d'aquest i detectar-ne les seves deficiències energètiques. Així, a més de conscienciar a estudiants, professors i usuaris de la petjada ecològica de l'edifici TR2 del Campus de Terrassa de la UPC, es possibilita prendre futures accions per optimitzar el consum d'energia i disminuir-ne la seva petjada ecològica.

## 12 Pressupost

El pressupost d'aquest estudi només té en consideració les hores de dedicació, ja que el software utilitzat és gratuït i no hi ha despeses d'impressió.

Aquest es troba detallat al Volum III d'aquest treball.

El cost total és de 6.503,75€, sis mil cinc-cents tres amb setanta-cinc cèntims. (IVA inclòs).



## 13 Desenvolupament dels aspectes temporals

En primer lloc, i a partir dels resultats obtinguts en aquest treball i d'una certificació realitzada per un tècnic habilitat, caldria fer un estudi per valorar possibles mesures per millorar l'eficiència energètica de l'edifici TR2. A més, caldria estudiar quina o quines d'entre les possibles millores energètiques proposades són viables econòmicament. Per tant, una part important del treball seria obtenir un finançament que permeti dur a terme la millora energètica de l'edifici. Amb aquest objectiu, seria interessant fer un estudi de l'estalvi econòmic que es generaria.

Entre aquestes propostes de millora energètica esmentades, caldria englobar tant l'envolupant tèrmica de l'edifici com les instal·lacions contingudes en el TR2. Algunes de les possibles millores que a priori podrien sorgir són una millora en l'aïllament de sòl, la coberta i els murs, a més de millorar l'eficiència energètica dels buits i la substitució de les instal·lacions existents a l'edifici TR2, com l'equip de calefacció que ha resultat ser l'equip menys eficient d'entre tots els que es troben instal·lant a l'edifici, per unes altres més eficients. Una vegada estudiades i seleccionades les propostes de millora, caldria dur-les a terme.

Tanmateix, degut a les contínues millores que hauria de seguir patint l'edifici, l'antiguitat de construcció del mateix i als impediments per canviar l'estètica de les façanes i buits associats, és molt convenient dur a terme un estudi de les diferents possibilitats de l'edifici per tal de generar la seva pròpia energia renovable, juntament amb un estudi de la seva viabilitat.

Una possibilitat per generar la seva pròpia energia renovable seria la instal·lació de cèl·lules fotovoltaïques en panells solars orientats de manera que tinguin el màxim d'hores possibles de radiació. Amb aquest objectiu, es podria fer un altre projecte per tal d'estudiar la creació d'un sistema complementari pels panells esmentats que els permetés orientar de manera automàtica per tal d'obtenir el màxim d'hores de llum solar i així augmentar la quantitat d'energia renovable generada.

## 14 Conclusions

En coherència amb l'objecte i l'abast inicials, es pot afirmar que s'ha assolit l'objecte del treball, certificar el consum de l'edifici TR2 del campus de la UPC de Terrassa, tot aprenent a utilitzar el software de certificació energètica CE<sup>3</sup>X. S'han dut a terme les tres certificacions proposades, la certificació exhaustiva, la certificació simplificada i la certificació monitoritzada, a partir de les quals s'han obtinguts els certificats energètics corresponents.

S'ha aconseguit reflectir el consum energètic que té l'edifici TR2, així com la quantitat de CO<sub>2</sub> que s'emet. Així, partint d'aquest treball es poden prendre les mesures adients per complir amb el Pla d'Optimització Energètica, el Pla UPC 2020 de Sostenibilitat Energètica impulsat per la Universitat Politècnica de Catalunya, que com ja s'ha dit té com a objectiu assolir una universitat de baixa intensitat energètica i baixa emissió de carboni.

El TR2 és un edifici antic que gràcies a les millores realitzades s'ha arribat a convertir en un edifici de qualificació energètica C. Per evitar seguir fent millores de manera indefinida, el qual seria totalment inviable pels pressupostos de la UPC, seria indispensable que en el futur l'edifici crees la seva pròpia font d'energia a partir d'energies renovables. Això podria comportar un estalvi del 20% en el consum energètic o fins i tot del 100%.

Tot i així, pot ser convenient esperar un temps, no per a la realització de l'estudi sinó per a la instal·lació de la font d'energia renovable, com a conseqüència de la retirada de les subvencions de l'Estat Espanyol per kW/h produït amb energies renovables. Dita acció està recorreguda al Tribunal Internacional de la Haya i s'està a l'espera de la seva resolució final per bancs, inversors alemanys i empreses dedicades a energies renovables.

En el supòsit de que la generació d'energies renovables es subvencionin l'estalvi energètic no seria del 20% sinó que aquest podria augmentar fins a un 50% donat que els costos de producció s'abaratirien.

## 15 Bibliografia

1. **Ciencia.** Cumbre del Clima de París: El 10% más rico de la población emite el 50% de los gases contaminantes. *El mundo*. 2015
2. **IDAE.** *Evolución mensual de consumos de energía primaria en España 2014*. 2015
3. **Martínez, Víctor.** España ahorra 2.926 millones en su factura energética. *El Mundo*. 2015.
4. **Universitat Politècnica de Catalunya.** Pla UPC 2020. [En línia]
5. **Naciones Unidas.** Article 3 del *Protocolo de Kyoto de la convención marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático*.
6. **Unión Europea.** *Directiva 2012/27/UE del Parlamento Europeo y del Consejo*.
7. **Gobierno de España.** *Real Decreto 235/2013*.
8. **Ministerio de Educación, Cultura y Deporte.** *Centro de Documentación y Archivo del Ministerio de Obras Públicas*.
9. **Ministerio de Industria, Energía y Turismo.** Nota informativa 13/03/20014.
10. **Ministerio de Industria, Energía y Turismo.** *Modelo de etiqueta de eficiencia energética*.
11. \_\_. Manual de usuario de calificación energética de edificios existentes CE3X\_05.
12. **Gobierno de España.** *Factores de emisión de CO2 y coeficientes de paso a energía primaria de diferentes Fuentes de energía final consumidas en el sector de edificios en España*.